

УДК 622.411.332.012.22:533.17



В. В. ЛУКІНОВ,
доктор геол.-мін. наук
(ІГТМ ім. М. С. Полякова
НАН України)



К. А. БЕЗРУЧКО,
доктор геол. наук
(ІГТМ ім. М. С. Полякова
НАН України)



О. В. ПРИХОДЧЕНКО,
канд. геол. наук
(ІГТМ ім. М. С. Полякова
НАН України)

Видобуток вугілля на газових шахтах упродовж їх експлуатації і навіть після проведення очисних робіт супроводжується виділенням метану в гірничі виробки. Джерела надходження метану в шахту – розроблюваний вугільний пласт (як зруйноване вугілля,

Оцінка розподілу метану у вугільно-породному масиві за даними щодо метановості виїмкових дільниць

Для аналізу та прогнозу обсягів метановиділення в лавах вуглевидобувних шахт запропоновано два нові показники: статичної $Q_{ст}$ та питомої Q_n метановості, які характеризують відповідно обсяги виділення метану за відсутності видобутку вугілля та інтенсивність виділення метану за одиницю часу видобутку 1 т вугілля.

Ключові слова: вугільні шахти, метан, метановість.

Контактна інформація: gvrvg@meta.ua

так і його відслонені поверхні на стінках гірничих виробок), підроблений і надроблений вугільно-породний масив (пласти-супутники та вміщуючі породи в покрівлі й підшві робочого пласта), вироблений простір відпрацьованих лав. Під час видобутку вугілля значна частина метану надходить у лаву, тому в діючій шахті основними об'єктами, у межах яких виконується більшість передбачених нормативними документами [1, 2] контрольних замірів метановиділення, є виїмкові дільниці.

До небезпечних за газом належать шахти, у яких хоча б в одній виробці виявлено метан. Показником, що характеризує систему шахта-метан, є *відносна метановість шахти* – кількість метану, що виділяється в гірничу виробку при видобутку 1 т вугілля ($\text{м}^3/\text{т}$). Залежно від масштабу узагальнення в часі в розрахунках можна використовувати середньодобовий, середньомісячний або середньорічний видобуток вугілля, а значення відносної метановості може характеризувати лаву, виїмкову дільницю, крило або всю шахту. Показник відносної метановості, узагальнений для шахти, є кількісним критерієм поділу шахт на категорії безпеки за метаном [1].

Метановість виробок встановлюється за результатами газоповітряних зйомок, що визначають кількість метану, який виділяється з вугільно-породного масиву та з вироблених просторів у виробки вугільних шахт [3].

Основна мета контролю метановиділення в гірничі виробки – забезпечення безпечних умов праці шахтарів. Нормативними документами [1, 2, 4] встановлено допустимі концентрації метану у вентиляційних потоках повітря в гірничих виробках, викладено способи, схеми, технічні засоби й технологічні рішення щодо управління процесами вентиляції та дегазації, визначено показники, що характеризують систему шахта-метан, запропоновано їх кількісні значення, що дало змогу встановлювати категорію шахти за метаном і виконувати прогнозну оцінку метановості гірничих виробок.

За час проведення експлуатаційних робіт накопичується значний обсяг даних з метановості видобувних дільниць і лав, який можна подати у вигляді об'ємної моделі, що ілюструє зміну характеру метановиділення у шахті в часі та просторі. Аналіз таких моделей є корисним з позицій не тільки більш обґрунтованого та наукового прогнозу газової ситуації в шахті, а й оцінки впливу різних чинників на її зміну. Крім того, його можна використовувати під час прогнозування місць, сприятливих для скупчення газу на відпрацьованих ділянках діючої або закритої шахти та оцінювання запасів метану в межах цих ділянок. В основі аналізу має бути облік трендових змін метановиділення, які можна передбачати й урахувувати задля детальнішого вивчення і встановлення впливу локальних чинників.

На характер метановиділення в гірничі виробки впливає багато гірничотехнічних і геологічних умов та чинників. До показників гірничотехнічних умов належать глибина залягання, питомий обсяг видобутку вугілля, прилеглі об'єми виробленого простору та деякі інші чинники. До геологічних умов і чинників – метаморфізм вугілля і катагенез порід, що визначають їх газонасність і колекторські властивості, тектонічні умови залягання, літологічний склад вміщуючих порід тощо. Гірничотехнічні показники можуть змінюватися штучно (наприклад, пласт розробляють на різних глибинах, з різним навантаженням на вибій, у межах різних блоків шахти), тому їх потрібно враховувати під час узагальнення даних з метановиділення на дільницях.

Базовим показником, що характеризує газову ситуацію в гірничих виробках шахт, зокрема тих, що закриваються, є *абсолютна метановість* – кількість (об'єм) метану, який виділяється в гірничу виробку за одиницю часу ($\text{м}^3/\text{хв}$). Залежно від масштабу просторового осереднення даних цей показник розраховується для лав, виїмкових дільниць, крил або шахт. Абсолютна метановість лав одного шахтопласта збільшується зі зростанням видобутку вугілля, тобто з навантаженням на вибій (рис. 1), що зумовлено збільшенням кількості метану, який виділяється з видобутого вугілля за одних і тих самих значень газонасності вугільного пласта, а також зростанням площі підробленого й надробленого вугільно-пород-

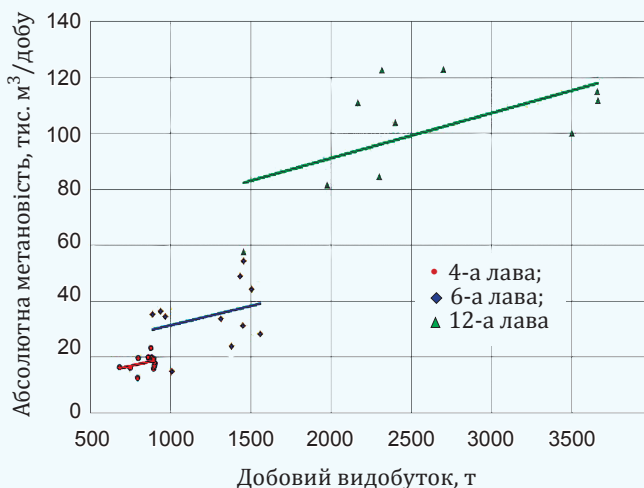


Рис. 1. Залежність абсолютної метановості від середньодобового видобутку вугілля у 4-, 6-, 12-й східних лавах пласта I_1 на шахті ім. О. Ф. Засядька з фіксованими глибинами відповідно 725–755, 780–820 і 1060–1100 м.

ного масиву, залученого в процес метановиділення.

Метановиділення залежить і від глибини розробки вугільної шахти, тому що зі збільшенням глибини зростає потенціал джерел метану – газонасність вугілля і порід, обсяг виробленого простору, різниця між тиском метану у вугільно-породному масиві та в гірничих виробках, що позначається на зміні значень абсолютної метановості лав шахтопласта, який розробляється на різних глибинах (див. рис. 1).

Обсяг метану, що виділяється в лаву з відбитого вугілля, розраховується як різниця між його природною та залишковою газонасністю.

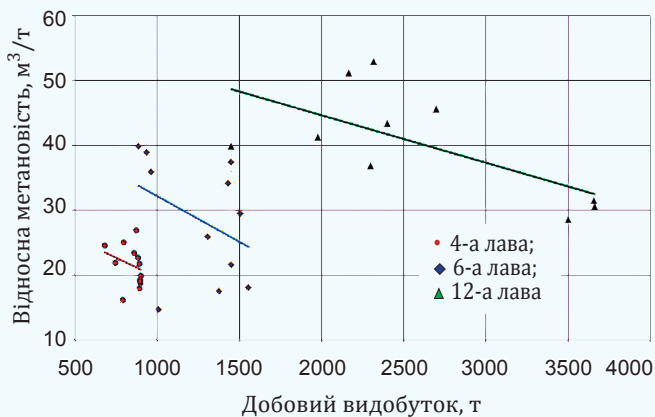


Рис. 2. Залежність відносної метановості від середньодобового видобутку вугілля в 4-, 6-, 12-й східних лавах пласта I_1 на шахті ім. О. Ф. Засядька за тими самими даними, що на рис. 1.

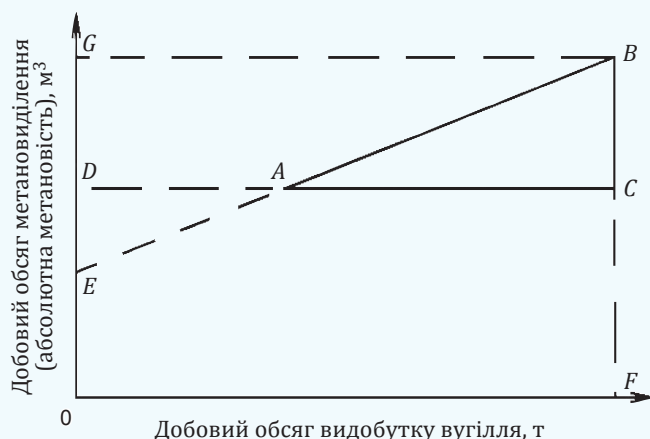


Рис. 3. Схема узагальненої залежності абсолютної метановості виїмкової дільниці від обсягу видобутку вугілля.

Залишкова газоносність вугілля насамперед залежить від виходу летких речовин (ступеня метаморфізму). Для розрахунків використовують табличні дані залишкової газоносності, наведені в нормативному документі [2].

Значна частина метану надходить у лаву з підроблюваного вугільно-породного масиву. Під час ведення очисних і підготовчих робіт у шахті вилучається й переміщується величезна маса вугілля та порід. Водночас провокуються геодинамічні процеси, що охоплюють усю товщу вищерозміщених гірських порід, іноді досягаючи земної поверхні й утворюючи мульду зсування (опускання земної поверхні), площа якої завжди більша за площу виїмки вугільного пласта або породи. Зі збільшенням площі виробленого простору в породах покрівлі розроблюваного пласта формуються зони, сприятливі для фільтрації флюїдів. Після виймання вугілля відбувається обвалення несправжньої покрівлі, шари безпосередньої покрівлі прогинаються та розшаровуються, у них виникають січні тріщини. Це призводить до утворення вироблений простір розпушеною породою, яка створює підпір вищерозміщеної основної покрівлі. Основна покрівля опускається, у ній формуються тріщини розшарування та окремі січні тріщини, переважно в нижній частині основної покрівлі. Над породами основної покрівлі утворюється зона розуцільнення з окремими тріщинами розшарування.

Процеси зрушень гірських порід призводять до перерозподілу напружень у масиві. У зонах опорного тиску породи ущільнюються, а в зо-

нах обвалення розпушуються. Обвалення, або осідання основної покрівлі підсилюють метановиділення в лаву [5].

Облік метановиділення в лавах або на видобувних дільницях без тренду впливу видобутку можна було б проводити за значеннями відносної метановості. Проте аналіз зміни цих значень, отриманих для одного шахтопласта, показує, що із зростанням обсягів видобутку вугілля відносна метановість лав знижується (рис. 2).

Як зазначалося, відносна метановість виїмкової дільниці визначається відношенням обсягу метану, що виділився в гірничі виробки лави, до маси видобутого за цей самий час вугілля. Однак метан виділяється не тільки з відбитого вугілля, а й з інших джерел, тому метановиділення триває навіть якщо очисні роботи не ведуться.

На рис. 3 схематично показано, як змінюється абсолютна метановість зі збільшенням обсягів видобутого вугілля (пряма AB). Відносна метановість у точці B визначається як відношення BF до OF або як відношення основи трапеції ($OEBF$) BF до її висоти OF . У точці A відносна метановість відповідатиме відношенню OD до AD , а в точці E, коли видобуток вугілля дорівнює нулю, прагнучим до нескінченно великого значення, оскільки $OE / 0 \rightarrow \infty$. Водночас метан, хоча і в невеликих обсягах, продовжує виділятися в гірничі виробки навіть за відсутності робіт з видобутку вугілля, про що свідчать не тільки теоретичне положення точки E на схемі (див. рис. 3), а й криві, побудовані за фактичними даними (див. рис. 1 і 2).

З рис. 1 і 2 випливає, що зі збільшенням видобутку вугілля на 1 т в 4-, 6- і 12-й східних лавах пласта l_1 на шахті ім. О. Ф. Засядька виділення метану збільшується відповідно на 12,3; 13,5 і 24,5 м^3 . Отже, якщо кореляційний зв'язок між абсолютною метановістю $M_{\text{абс}}$, яка відповідає метановиділенню за певний період часу, та кількістю вугілля G , що видобувається за цей самий період, зобразити у вигляді рівняння лінійної залежності, загальний вигляд якої $y = ax + b$, а у цьому разі $M_{\text{абс}} = aG + b$, то значення коефіцієнта a відобразитиме питому метановість, тобто метановиділення, яке припадає на одиницю часу видобутку 1 т вугілля, а вільний член рівняння b за своєю фізичною сутністю – статичну метановість, яка спостерігатиметься в гірничих виробках навіть за відсутності видобувних робіт.

Ці параметри (їх можна назвати питомою метановістю $Q_{\text{п}}$ і статичною метановістю $Q_{\text{ст}}$) характеризують інтенсивність виділення метану в кожній конкретній виїмковій дільниці та пропонуються як нові показники, на яких базуватимуться поточний аналіз і прогноз метановиділення в гірничі виробки.

Такий підхід ґрунтується на статистичній обробці фактичних даних з конкретного, обраного для досліджень об'єкта (лава, виїмкова дільниця, крила, горизонт або шахта в цілому). Оцінка питомої і статичної метановості виїмкових дільниць шахт, небезпечних за газом, є доцільною для отримання надійних статистичних залежностей і може бути корисною під час вивчення впливу як геологічних, так і деяких гірничотехнічних чинників (наприклад, управління покрівлею, спосіб кріплення підготовчих виробок) на перерозподіл метану у вугільно-породній товщі.

Висновки. На підставі аналізу показників абсолютної та відносної метановості трьох лав на шахті ім. О. Ф. Засядька показано, що абсолютна метановість прямо пропорційна, а від-

носна метановість обернено пропорційна обсягу видобутку вугілля в очисних виробках. Для поточного аналізу та подальшого прогнозу метановиділення в лавах вуглевидобувних шахт запропоновано нові показники: статичної $Q_{\text{ст}}$ і питомої $Q_{\text{п}}$ метановості, які характеризують відповідно обсяги виділення метану за відсутності видобутку вугілля та інтенсивність виділення метану за одиницю часу видобутку 1 т вугілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Правила безпеки у вугільних шахтах:* НПАОП 10.0-1.01-05. – К.: Відлуння, 2005. – 399 с. – (Нормативно-правовий акт з охорони праці).
2. *Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт:* НПАОП 10.0-1.7.08-93. – К.: Основа, 1994. – 312 с.
3. *Горная энциклопедия* / [гл. ред. Е. А. Козловский; ред. кол.: М. И. Агошков, Н. К. Байбаков, А. С. Болдырев и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1987. – Т. 3. – 592 с.
4. *Дегазация вугільних шахт. Вимоги до способів та схеми дегазації:* СОУ 10.1.00174088.001–2004 / МакНДІ. – К., 2004. – 324 с.
5. *Лукинов В. В. Формирование проницаемости горных пород под действием техногенного фактора* / В. В. Лукинов, К. А. Безручко // *Уголь Украины.* – 2010. – № 6. – С. 39–42.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ

Год 1974

В журнале № 8 в статье К. П. Руденко «Типы эндогенных пожаров в Центральном районе Донбасса и пути их предупреждения» описаны типы эндогенных пожаров, их подтипы и группы. Рассмотрено четыре типа эндогенных пожаров: самовозгорание в отработанной части действующего участка; самовозгорание в старых выработанных пространствах разрабатываемого или сближенного пластов в результате их подработки; самовозгорание в старых выработанных пространствах; самовозгорание целиков, ограничивающих выработки с большим сроком службы.

Для предупреждения пожаров необходимо: знать инкубационный период самовозгорания угля; испытывать новые ингибиторы-антипирогены и проверять их действие для каждого самовозгорающегося шахтопласта; обучить ИТР участка вентиляции и техники безопасности профилактическим мероприятиям по предупреждению самовозгорания угля; выделить лицо из старшего надзора участка, которое обязано контролировать своевременное выполнение профилактических мероприятий.

В журнале № 9 статья В. И. Онищенко «Днепропетровский горный институт – кузница инженерных кадров для горной промышленности» посвящена юбилею института – 75-летию. В статье описаны основные достижения и исторические вехи института. 12 октября 1899 г. – открытие в Екатеринославе высшего горного училища. 1912 г. – ЕВГУ преобразовано в Горный институт императора Петра I, затем – в Днепропетровский горный институт. За 75 лет институт подготовил 26 тыс. специалистов. Значительный отряд передовиков советской науки составляют воспитанники института. В настоящее время ДГИ готовит инженеров по 21 специальности на пяти дневных факультетах. Ученые Днепропетровского горного института в тесном содружестве с работниками угольной, горнорудной, химической и других отраслей промышленности вносят значительный вклад в развитие горной науки.