

6. **Харлашкин К.Н.** Одношарошечное долото / **К.Н. Харлашкин, С.В. Кононыхин, Манакин А.П.** // Авторское свидетельство СССР - №859 588.- Б.И. - 1981.- №32. - С. 148.
7. **Кононыхин С.В.** Исследование траекторий движения зубков одношарошечного долота с вертикальной цапфой. / **С.В. Кононыхин** // Збірник матеріалів II регіональної науково – практичної конференції «Сучасні аспекти механізації енергоємних виробництв». – Красноармійськ: КІП ДонНТУ, 25 квітня 2013. - С. 48- 53.
8. <http://burenie.by>
9. <http://www.studmed.ru/>

УДК 622.4

НЕСТЕРЕНКО В.М., ОЛИЗЬКО В.В.  
(КІП ДонНТУ)

## АНАЛІЗ БЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІЙМАЛЬНИХ ДІЛЬНИЦЬ ГАЗОВИХ ШАХТ

*Визначені гірничо-геологічні та гірничотехнічні параметри автоматичного регулювання вентиляції виймальних ділянок газових шахт.*

Якщо раніше у вугільній промисловості головна увага приділялася технології видобутку вугілля, проектуванню і створенню високопродуктивної техніки, а вентиляції відводилася підпорядкована роль, то зараз вже назріла необхідність при розробці технологічних схем виймки вугілля передбачати найбільш вигідні умови провітрювання, що забезпечують зростання навантаження на очисний вибій за газовим фактором та забезпечення праці гірників. Незважаючи на досягнуті успіхи в області дегазації розроблюваних пластів і супутників, роль провітрювання, як головного засобу боротьби з метаном, є основною. Вага повітря, що подається в шахти, більш ніж у п'ять разів перевищує вагу видобутого вугілля. Подача в шахту такої кількості повітря і переміщення його по гірничим виробкам пов'язані зі значними матеріальними витратами. У зв'язку з цим виникає необхідність раціонального розподілу і ефективного використання повітряного потоку для розрідження метану до безпечних концентрацій і видалення його з шахти [1].

Тобто, основна задача вентиляції – забезпечити у виробках необхідний розхід повітря для нормальної фізіологічної діяльності людини, розрідження та винос шкідливих газів і пилу, нормальні теплові умови [2]. Підвищення ефективності вентиляції можна досягнути за рахунок застосування на шахтах систем автоматичного керування, що забезпечують оперативне повітрярозподілення у мережі гірничих виробок з метою своєчасної ліквідації загазовувань технологічного характеру і нормалізації атмосфери шляхом підтримання концентрації метану на рівні, безпечному для ведення гірничих робіт і економічному у плані витрат на вентиляцію.

У вентиляції під виймковою ділянкою розуміється система виробок, що включає очисний вибій, відкаточні та вентиляційні виробки, вироблений простір [2]. Виймкова ділянка є основною ланкою в загальному процесі видобутку. Успішне вирішення всього комплексу завдань виймки вугілля в її межах зумовлює ефективність підземної розробки. Наявність численних факторів, від яких залежить прояв сил природи на ділянці, обумовлює особливу складність оптимізації всього процесу видобутку вугілля.

Різноманітні гірничо-геологічні умови вимагають пошуку найбільш раціональних гірничотехнічних параметрів для безпечного автоматичного регулювання вентиляції виймальних дільниць газових шахт. Розглянемо коротко умови, які зумовлюють аерогазодинаміку виймкових дільниць. До цих умов слід віднести глибину розробки, характеристики міцності вміщуючих порід, їх водообільність, кут падіння, потужність розроблюваного пласта, газонасність та інше.

З глибиною розробки підвищуються напружений стан порід, їх температура і газонасність. Зростання напруженого стану порід зменшує допустиму величину навантаження до досягнення межі міцності. Внаслідок цього стійкість оголених порід при веденні гірничих робіт знижується, зростають їх пластичність і релаксація, що вимагає посилення охорони виробок, підвищення міцності кріплення [1]. Метанонасність вугільних пластів збільшується із зростанням глибини залягання за залежністю, близькою до гіперболічної. У межах вивчених глибин вона може досягати  $35 \text{ м}^3/\text{т}$ . Метанонасність порід досягає  $6 \text{ м}^3/\text{т}$  [2].

Міцнісні характеристики порід залежать від хімічного складу, міцності цементуючої речовини, термічних умов генезису, тектоніки району. Монолітність породи визначає її стійкість у період оголення і фільтраційну здатність. Тектонічні процеси призводять не тільки до видимих порушень елементів залягання (зсуви, насуви, граби і т. д.), але і до створення систем різних тріщин. Стійкість і газопроникність порід визначаються в основному наявністю потенційних (не розкритих) тріщин [1].

Водообільність родовища робить складний вплив на гірничотехнічні параметри. Великий приплив води, капіж ускладнюють ведення гірничих робіт, знижують їх ефективність. Фільтрація вод по тріщинах протягом геологічних періодів призводить до вилуговування в'язучої (цементуючої) речовини. У той же час рухоме водне середовище сприяє механічному вимиванню газу з порід, зменшуючи тим самим газонасність [1].

Також газонасність родовищ залежить від кута падіння пластів (пологі пласти більш газонасні, ніж круті при інших рівних умовах) [2]. Аерогазодинаміка виймкових дільниць пологих пластів найбільш складна. Круті і похилі пласти мають незначне поширення (близько 30%), технологія виймки вугілля на цих пластах менш досконала, досягнуті граничні навантаження значно нижче. Похилі і особливо круті пласти приурочені до крил синклінальних і антиклінальних складок або їх замків, тому тектоніка цих пластів дуже складна. Пласти сильно порушені, спостерігаються зони перем'ятого вугілля. Породи і вугілля мають великі залишкові напруги. Все це створює передумови, з одного боку, до підвищеної газонасності вугілля, а з іншого до лавиноподібного процесу виділення газу (викиду), що ускладнює ведення очисних робіт. Аерогазодинаміка виймкових дільниць похилих і крутих пластів відрізняється від аерогазодинаміки пологих пластів, що обумовлено специфікою систем розробки і кутом падіння [1].

Газонасність порід і вугілля характеризується кількістю газу, укладеного в одиниці їх об'єму ( $\text{т}/\text{м}^3$ ). З усіх газів найбільш поширеним і небезпечним на вугільних родовищах є метан [1].

Джерелами виділення метану у виробки виймальної дільниці є вугільний пласт, що розробляється, зближені вугільні пласти (супутники) та вміщуючі породи [3]. Відносна метанобільність виймальної дільниці визначається як сумарне метановиділення з пласта, що розробляється ( $q_{\text{пл}}, \text{м}^3/\text{т}$ ), зближених вугільних пластів ( $q_{\text{сп}}, \text{м}^3/\text{т}$ ) та вміщуючих порід ( $q_{\text{пор}}, \text{м}^3/\text{т}$ ), тобто:

$$q_{\text{уч}} = q_{\text{пл}} + q_{\text{сп}} + q_{\text{пор}} \quad (1)$$

При розробці кам'яного вугілля і антрацитів із об'ємним виходом летючих речовин більше 165 мл/г с.б.м. відносне метановиділення з пласта, що розробляється, визначається за формулою (2), а з високометаморфізованих антрацитів із об'ємним виходом летючих речовин від 100 до 165 мл/г с.б.м. - за формулою (3):

$$q_{nl} = q_{o.n} + q_{o.y} + k_{\varepsilon.n} \cdot (x - x_o), \quad (2)$$

$$q_{nl} = k_{nl} \cdot (x - x_1) + k_{\varepsilon.n} \cdot (x - x_o), \quad (3)$$

де  $q_{o.n}$  – відносне метановиділення з очисного вибою, м<sup>3</sup>/т;  
 $q_{o.y}$  – відносне метановиділення з відбитого вугілля, м<sup>3</sup>/т;  
 $k_{\varepsilon.n}$  – коефіцієнт, що враховує експлуатаційні втрати вугілля в межах виймальної ділянки;

$x$  – природна метаносність пласта, м<sup>3</sup>/т;

$x_o$  – остаточна метаносність вугілля, що залишається у виробленому просторі в ціликах, у пачках, які не виймаються і т. д., м<sup>3</sup>/т;

$k_{nl}$  – коефіцієнт, що враховує вплив системи розробки на метановиділення з пласта;

$x_1$  – остаточна метаносність вугілля, що видається за межі виймальної ділянки, м<sup>3</sup>/т [3].

Відносне метановиділення з супутників визначається за формулою:

$$q_{cn} = \sum q_{cn.ni} + \sum q_{cn.ni}, \quad (4)$$

де  $q_{cn.ni}$  – відносне метановиділення з пласта, що підроблюється, м<sup>3</sup>/т;

$q_{cn.ni}$  – відносне метановиділення з пласта, що надроблюється, м<sup>3</sup>/т [3].

Відносне метановиділення з пластів, що підроблюються і надроблюються, знаходиться за формулою:

$$q_{cn.i} = 1,14 \cdot v_{оч}^{-0,4} \cdot \frac{m_{cni}}{m_e} \cdot (x_{cni} - x_{oi}) \cdot \left(1 - \frac{M_{cni}}{M_p}\right), \quad (5)$$

де  $v_{оч}$  – швидкість посування очисного вибою, м/доб;

$m_{cni}$  – сумарна потужність вугільних пачок окремого ( $i$ -го) супутника, м;

$m_e$  – корисна потужність розроблюваного пласта, що виймається, м;

$x_{cni}$  – природна метаносність  $i$ -го супутника, м<sup>3</sup>/т;

$x_{oi}$  – остаточна метаносність вугілля  $i$ -го супутника, м<sup>3</sup>/т;

$M_{cni}$  – відстань по нормалі між покрівлею розроблюваного і підшвою зближеного (при підробці) та між підшвою розроблюваного і покрівлею зближеного (при надробці) пластів, м;

$M_p$  – відстань по нормалі між розроблюваним і зближеним пластами, при якій метановиділення з останнього практично дорівнює нулю, м [3].

При відсутності даних по метаносності вміщуючих порід для визначення метановиділення з них застосовується формула:

$$q_{nop} = 1,14 \cdot v_{оч}^{-0,4} \cdot (x - x_o) \cdot k_{c.n} \cdot (H - H_0), \quad (6)$$

де  $k_{c,n}$  – коефіцієнт, що враховує вплив способу керування покрівлею та літологічний склад порід;

$H$  – глибина розробки, м;

$H_0$  – глибина верхньої межі зони метанових газів, м [3].

Основними чинниками, що визначають метаноносність вугільних пластів, є їх ступінь метаморфізму, сорбційна здатність, пористість, газопроникність, вологість, генезис, глибина залягання, гідрогеологія та вугленасиченість [2].

Зі збільшенням ступеня метаморфізму вугілля зростає кількість утвореного в ньому метану (обсяг метану, що утворився, може в кілька десятків разів перевищувати обсяг вугілля) [2].

Пористість вугілля визначається кількістю газу, що знаходиться у вільному і сорбованому станах. Чим вище пористість вугілля, тим більше газу в ньому може міститися при інших рівних умовах. Зі збільшенням ступеня метаморфізму вугілля вона зменшується. Пористість вугілля вітчизняних родовищ знаходиться в межах 1-5%, а пористість порід — в межах 0-6 % [2].

Підвищена газопроникність сприяє дегазації родовища і зменшенню його метаноносності. Газопроникність вугілля вище, ніж порід. По мірі збільшення ступеня метаморфізму вона зменшується. У напрямку нашарування газопроникність вугілля в 10 разів (і більше) вище, ніж у напрямку, перпендикулярному до нашарування. Із збільшенням гірничого тиску і вологості газопроникність вугілля зменшується [2].

Вугленасиченість вугільних родовищ характеризується кількістю вугілля в загальній породній товщі. Цей фактор відіграє величезну роль в порядку та інтенсивності експлуатації родовищ. Висока вугленасиченість зумовлює порівняно близьке розташування пластів, їх взаємну підробку і аерогазодинамічний взаємозв'язок.

На аерогазодинаміку виїмкової ділянки надають істотний вплив система розробки, порядок відпрацювання, способи управління покрівлею та охорони виробок, їх площа поперечного перерізу, щільність і тип їх кріплення, механізація очисних робіт, що застосовується, ширина захвату виїмальної машини, швидкість і напрямок її руху, тип і щільність кріплення очисного простору, довжина виїмкової ділянки і лави [1].

Порядок виїмки та система розробки виїмкової ділянки обумовлюють схему його провітрювання і газову обстановку. Прямий порядок виїмки і суцільна система розробки виїмкової ділянки великої довжини по простяганню створюють дві зони виробленого простору: активну, що примикає до чинної лави, і пасивну. В останній зрушення порід стабілізоване і спостерігається повільне їх ущільнення під дією гравітаційних сил. У цій зоні аерогазодинамічні процеси закінчені, фільтрація повітряного потоку не фіксується. Однак складу залишкової атмосфери порожнистості виробленого простору має значення для безпечних умов праці, так як аварійний стан вентиляції шахти може порушити стаціонарність та інертність цієї атмосфери [1].

Довжина очисного вибою в існуючих умовах впливає на вентиляційний опір всієї виїмкової ділянки, включаючи вироблений простір. У довгих лавах щільність витоків падає, а інтенсивність газовиділення зростає, що призводить до підвищення середнього вмісту метану у виробленому просторі [1].

Спосіб управління покрівлею визначає величину, характер і тривалість існування зони зміни напруженого стану розроблюваного пласта і вміщуючих порід, що позначається на обсязі виділяється на ділянці метану [1].

Спосіб охорони виробок впливає на зміну їх форми і розмірів поперечного перерізу в часі існування, особливо в період зрушення гірських порід, викликаний очисною виїмкою вугілля. Ці зміни залежать також від щільності кріплення і, що особливо важливо, від правильно підібраної її конструкції. Сталість форми і

поперечного перерізу є першопричиною збереження пропускної здатності виробки по повітрю і аеродинамічної якості виробки. Спосіб охорони виробок, крім того, впливає на величину витоків повітря через вироблені простори, які змінюють поля тиску в них, а отже, величину і напрямок вимивання метану [1].

Процес розвитку гірничих робіт на виймальній ділянці супроводжується нерівномірним у часі та просторі газовиділенням, яке визначається результируючим виділенням метану з різних джерел. Активність джерел газовиділення та їх роль у загальному газовому балансі виймальної ділянці залежать від безлічі гірничо-геологічних та гірничотехнічних чинників. Таким чином, при автоматичному регулюванні вентиляції варто не тільки керуватися основними параметрами виїмкових ділянок, які мають істотний вплив на динаміку газовиділення у процесі розвитку гірничих робіт, але і контролювати відхилення цих параметрів.

#### **Джерела інформації:**

1. Абрамов Ф. А., Грецингер Б. Е., Соболевский В. В., Шевелев Г. А. Аэрогазодинамика выемочного участка. Издательство «Наукова думка», - Киев, 1972.

2. Ушаков К. З., Бурчаков А.С., Пучков Л. А., Медведев И. И. Аэрология горных предприятий: Учебник для вузов, - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987, - 421 с.

3. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – К.: Основа, 1994, 311 с.

УДК 551.25+552.1

РЯЗАНЦЕВА Н.А., ПАРХОМЕНКО Т.С. (КИИ ДонНТУ)

### **КРУГОВОРОТ ЭНЕРГИИ И ВЕЩЕСТВА В ЛИТОСФЕРЕ**

*Показано, что атмосфера, гидросфера, биосфера и литосфера – это единая система. Все геологические процессы, происходящие в ней, являются звеньями единого цикла – кругооборота энергии и вещества.*

Верхнюю часть планеты Земля принято разделять на четыре оболочки: атмосферу, гидросферу, биосферу и литосферу, взаимосвязанные между собой и составляющие единую систему. Функционирование первых трех оболочек обусловлено происходящими в них круговоротами энергии и вещества, вызванными поступлением на Землю солнечной (космической) энергии и наличием у нашей планеты гравитационного поля. Следовательно, и в литосфере также должен происходить круговорот энергии и вещества, обусловленный теми же причинами.

Любой круговорот энергии состоит из трех звеньев. На первом, начальном звене энергия веществом накапливается. На втором, промежуточном звене аккумулированная ранее энергия из вещества выделяется. На третьем, заключительном звене освобожденная энергия удаляется, обычно в виде тепла, чтобы снова могло начаться накопление энергии или первое звено круговорота.

Горные породы в естественном состоянии являются многокомпонентными, неоднородными, полиминеральными и многофазными структурами, содержащими большое количество дефектов, независимо от того в результате какого геологического процесса они образовались. Геологические процессы: вулканизм, гипергенез, седиментогенез и другие необходимо рассматривать не изолированно друг от друга - фрагментарно, как это делается в современной геологии, а во взаимосвязи, как единую