

УДК 622.4

**РОЛЬ ПЕРЕХІДНИХ ГАЗОДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ АВТОМАТИЧНОМУ
УПРАВЛІННІ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ ШАХТИ**

Олизько В.В. (КП ДВНЗ ДонНТУ)
науковий керівник – Нестеренко В.М.

Визначена необхідність вивчення закономірностей протікання перехідних газодинамічних процесів при автоматичному управлінні вентиляцією шахти

Ключові слова: автоматичне управління провітрюванням, перехідні газодинамічні процеси, газовиділення, вироблений простір.

Сучасні підземні гірничовидобувні підприємства характеризуються високою динамікою виробництва. Великі навантаження на вибої, концентрація та інтенсифікація видобутку призводять до того, що вентиляційна мережа шахти постійно змінюється. За короткий проміжок часу суттєво змінюються довжини виробок, місця розташування вибоїв, їх кількість, величини витоків повітря, газові баланси та газообільність шахт. Все це вимагає безперервного контролю за станом вентиляції шахти та високої оперативності керування нею. У подібній ситуації великі можливості відкриваються при використанні засобів автоматики [1]. Розробка систем автоматичного регулювання провітрювання шахт є однією з найактуальніших проблем гірничої науки. При широкій постановці цієї проблеми у першу чергу слід вирішити задачу безперервного підтримання основних параметрів і компонентів вентиляційного потоку, що забезпечують нормальний вентиляційний і газовий режим у гірничих виробках [2].

Для досягнення відміченої мети необхідно насамперед мати інформацію про об'єкт керування. Далі потрібно опрацювати зібрану інформацію та отримати правильні висновки про стан об'єкту та про ті керуючі впливи, які слід застосувати для підтримання параметрів рудничної атмосфери у потрібних межах. Для цього потрібно знати аеромеханічні властивості об'єкта керування, закони протікання аеромеханічних процесів на об'єкті, мати їх математичний опис. Необхідно також мати засоби, що забезпечують швидке виконання відповідних розрахунків. Ці розрахунки повинні показати, які параметри процесу вентиляції, де і в якому ступені слід змінювати, щоб забезпечити на об'єкті потрібний стан рудничної атмосфери [1].

Одним із основних факторів, що визначають режим управління вентиляцією шахт, є перехідні газодинамічні процеси, що мають місце при регулюванні кількості повітря на виймальних ділянках шахт. По цій причині у рамках проблеми автоматичного управління вентиляцією дослідження перехідних процесів займає одне із основних місць. Різноманітність перехідних процесів за їх характером, тривалістю і ступенем проявлення призвело багатьох дослідників до висновку, що передбачити розвиток процесу та його параметри досить складно. Тому при автоматичному регулюванні необхідно змінювати параметри вентиляції поступово, плавно, щоб виключити небезпечні сплески концентрації, тобто необхідно використовувати принцип ступінчатого регулювання.

При ступінчатому регулюванні сам процес регулювання, що супроводжується відповідним контролем ходу перехідного процесу, у загальному випадку є тривалим, і його використання не тільки не дає змоги оперативно усунути звичайні по тривалості загазовування, але і у визначеній ступені ставить під сумнів практичну доцільність автоматичного регулювання вентиляції газових шахт у цілому.

Таким чином, говорячи про оперативне управління вентиляцією газових шахт, потрібно виходити з того, що таке управління повинне за своїм рівнем повністю відповідати динаміці процесу газовиділення і мати своєю метою усунення загазовувань та небезпечних ситуацій, що виникають безпосередньо у період нормальної роботи вибоїв і, при цьому порушують

режим нормальної їх роботи. Звідси ми доходимо висновку про необхідність підвищення рівня оперативності управління процесом вентиляції та необхідність розробки систем регулювання, що володіють достатньою точністю та швидкодією.

Для вирішення цієї задачі необхідно, у свою чергу, дослідити ті аерогазодинамічні процеси, які є визначаючими з точки зору розробки фізичних основ управління вентиляцією газових шахт високої продуктивності [3].

Перехідні газодинамічні процеси являють собою перехід від одного стаціонарного стану, що характеризується деякою початковою концентрацією газу в повітряному потоці, до іншого, що характеризується кінцевим значенням концентрації.

Перехідні процеси виникають у результаті зміни дебіту повітря та дебіту газу на дільниці, наприклад внаслідок зміни дебіту повітря, що пов'язане зі зміною режиму роботи вентилятора, опору виробок і герметизуючих споруджень; зміни газовиділення, пов'язаного зі зміною режиму роботи видобувних машин, геологічних умов, введенням дегазації [2].

Змінення цих умов носить назву обурення. Цілеспрямоване обурення називається регулюванням. Глибиною обурення називається ступінь зміни умов, а тривалість обурення – час, за який виникає змінення цих умов.

Прикладом перехідного процесу є процес $c(t)$ у проміжку часу від t_1 до t_2 (рис. 1). У момент t_1 комбайн почав роботу по видобутку в порівняно дегазованій до цього зоні пласта, в момент t_2 він почав працювати у зоні відносно постійної газоносності пласта. У результаті цього газовиділення збільшилося від деякої невеликої постійної початкової величини до більшої, теж постійної величини. Аналогічно змінився і вміст газу: виник «перехід» газодинамічного процесу з рівня c_1 до рівня c_2 [1].

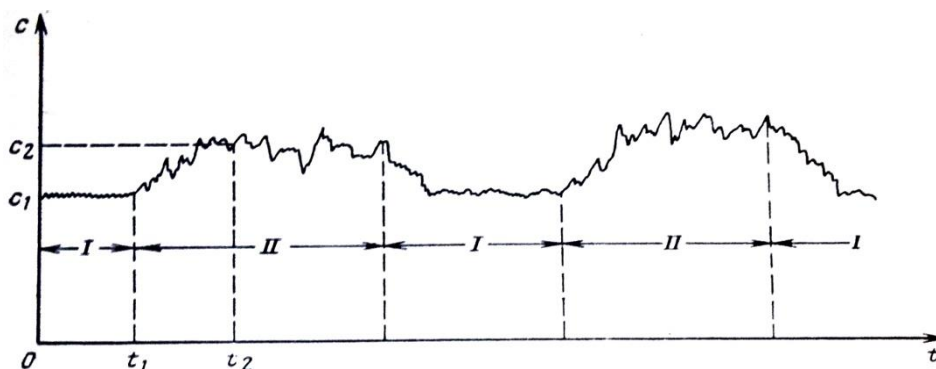


Рисунок 1 – Зміна газодинамічного процесу при роботі та зупинках комбайну:
I – комбайн зупинений; II – комбайн працює

Усі перехідні газодинамічні процеси за характером їх протікання можна розділити на два класи: монотонні (рис. 2, а) та екстремальні, що проходять у своєму розвитку через точку екстремуму – мінімуму або максимуму (рис. 2, б). Монотонні процеси мають місце, наприклад, при зміні газовиділення у лаві внаслідок роботи комбайну, при зміні газовиділення з виробленого простору у результаті увімкнення або вимкнення системи дегазації, при провітрюванні вибою після вибухових робіт [2]. Монотонний процес можливий при плавній та неглибокій (на 20 – 25 %) зміні витрат повітря [4].

У проміжній області обурень різка зміна витрат повітря призводить до екстремального процесу. На рис. 3 наведений запис перехідного процесу при різкому збільшенні витрат повітря, який показує, що концентрація газу в перший момент після різкого збільшення витрат повітря різко збільшується від початкового значення 0,9 до максимального 1,3 %, а потім починає зменшуватися до кінцевої величини. Якщо перехідний процес викликано тільки зміною витрат повітря, а інтенсивність газовиділення постійна, то концентрація газу визначається за формулами:

- до обурення:

$$c_1 = \frac{I}{Q_1}; \quad (1)$$

- після обурення:

$$c_2 = \frac{I}{Q_2}, \quad (2)$$

де Q_1, Q_2 – витрата повітря відповідно до та після обурення, $\text{м}^3/\text{хв.}$;
 I – інтенсивність газовиділення, $\text{м}^3/\text{хв.}$ [4].

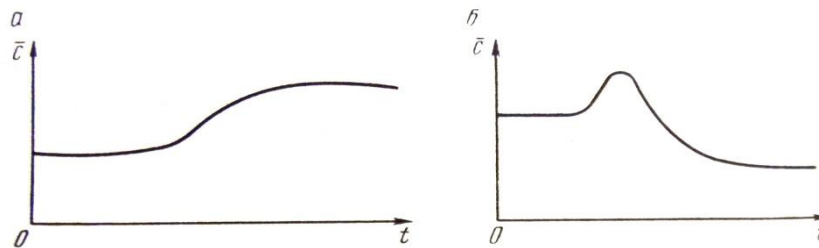


Рисунок 2 – Характер протікання перехідного газодинамічного процесу

Зазвичай екстремальні перехідні процеси трапляються на дільницях із досить великими і газообільними виробленими просторами, що є високо інерційними газодинамічними елементами вентиляційних систем [2].

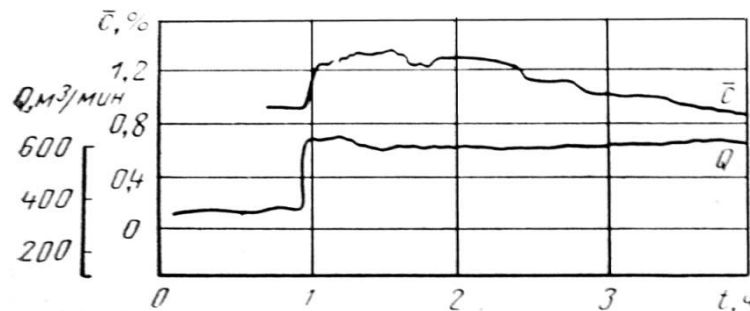


Рисунок 3 – Екстремальні перехідні газодинамічні процеси на видобувній дільниці вугільної шахти

Основною характерною особливістю перехідних процесів, що звернули на себе увагу, є різке збільшення концентрації метану у вихідних струменях виймальних дільниць при збільшенні кількості повітря, що подається в лаву. Шахтні спостереження, що проведені в різних країнах, дозволили встановити загальний характер процесів – різке підвищення концентрації, що слідує за збільшенням кількості повітря, яке подається на дільницю, та наступний її плавний спад. Аналіз залежностей перехідних процесів $c(t)$ показує, що в даному випадку мова йде про типовий дифузійний процес розподілення метану, що виділяється локальним у часі джерелом. Оскільки перехідні процеси спостерігаються у вихідних струменях дільниць, але не в очисних вибоях, було встановлено, що цим джерелом є метан, який накопичився у виробленому просторі [3]. Газова динаміка виробленого простору залежить від характеру та інтенсивності джерел газовиділення у нього, схеми примикання виробленого простору до повітропровідних виробок дільниці та від витоків повітря через вироблений простір. Шляхи руху метану у виробленому просторі в основному визначаються витоками повітря і, як правило, співпадають за напрямком з останніми. У виробленому просторі можна виділити зону, що активно провітрюється витоками, та застійну зону (рис. 4).

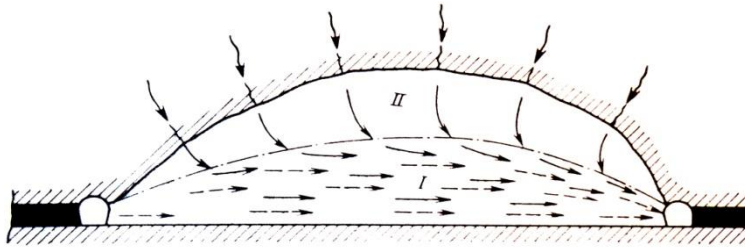


Рисунок 4 – Схема руху метану у виробленому просторі: I – зона, що активно провітрюється витоками повітря; II – застійна зона; суцільними стрілками вказаний рух метану, а пунктирними – рух витоків повітря

В активній зоні метан інтенсивно розріджується витоками повітря та його концентрація відносно невелика (не більше 10 %). Застійної зони витoki повітря не досягають. У ній відбувається накопичення газової суміші з високою концентрацією метану, що поступає з пластів-супутників, а потім повільний його рух в напрямку до активної зони (під дією метану, що поступає з наближених пластів). Наявність великої кількості газової суміші з високою концентрацією метану в застійній зоні може призвести до раптового його виділення в оточуючі виробки у разі різкого зменшення атмосферного тиску в шахті, зупинки головного вентилятора, що працював на нагнітання (при цьому тиск повітря у шахті також зменшується), і, особливо, різкого збільшення витрат повітря на дільниці при оперативному регулюванні вентиляції. В останньому випадку має місце перехідний газодинамічний процес. При цьому збільшуються витoki повітря через вироблений простір, межа активної зони зміщується догори та значна частина газової суміші з високою концентрацією метану в застійній зоні захоплюється витоками повітря та виноситься у вентиляційний штрек. У результаті дебіт газу в останньому збільшується. По мірі провітрювання виробленого простору при збільшених витоках повітря дебіт газу з останнього буде зменшуватися і поступово досягне початкової величини. Тоді концентрація газу у витоках і вихідному струмені зменшиться до величини, що відповідає новій витраті повітря [4].

Таким чином, збільшення кількості повітря призводить до появи додаткового джерела газовиділення, що діє лише у визначений проміжок часу [3].

Особливе значення перехідні процеси мають при автоматизації управління вентиляцією шахти за допомогою систем телеконтролю концентрації газу в повітрі та автоматичного включення регуляторів витрат повітря. У цьому випадку «сплеск» концентрації після збільшення витрат повітря, що зареєстрований датчиком системи, призведе до додаткового збільшення витрат і т.д. У результаті утворюється «розгінний» процес у системі управління, який може викликати серйозне порушення вентиляції шахти та пошкодження системи. Тому для правильного конструювання автоматичних систем необхідне вивчення закономірностей протікання перехідних газодинамічних процесів [2].

Джерела інформації:

1. Ушаков К. З., Бурчаков А.С., Медведєв И. И. Рудничная аэрология. Изд. 2, перераб. и доп. (1 изд. – 1971). М., «Недра», 1978. 440 с.
2. Бурчаков А. С., Мустель П. И., Ушаков К.З. Рудничная аэрология. М., изд-во «Недра», 1971. 376 стр.
3. Пучков Л.А., Каледина Н.О. Динамика метана в выработанных пространствах угольных шахт. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1995, 313с.
4. Ушаков К. З., Бурчаков А. С., Пучков Л. А., Медведєв И. И. Аэрология горных предприятий: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 421 с.