

УДК 06.055.2

МОДЕЛЮВАННЯ НЕЧІТКОГО АЛГОРИТМУ УПРАВЛІННЯ В СИСТЕМІ ВЕНТИЛЯЦІЇ ШАХТИ

Чепіжко О. О., Ковальов С.О., Азамат М.Н.

Донецький національний технічний університет, Україна

Для забезпечення безпеки процесів видобутку вугілля на шахтах повинна бути введена в експлуатацію система безперервно діючих датчиків контролю параметрів і компонентів атмосфери – головним чином повітря та метану [1]. Використовуючи дані такої системи, з'являється можливість автоматизації процесів керування провітрюванням з метою підвищення їх безпеки та ефективності. Це актуально у зв'язку з подальшим зростанням навантаження на видобувні ділянки та збільшенням глибини шахт. При цьому є необхідність створення такої системи управління шахтною атмосферою, яка б забезпечувала не тільки безперервний контроль інформації, але і вплив на органи управління з метою приведення параметрів і компонентів вентиляційного потоку у відповідність до вимог правил безпеки.

Дослідження показали, що зміна режиму провітрювання виїмкової ділянки для шахт, небезпечних за газовим фактором, може привести під час перехідного процесу до небажаного перевищення концентрацією метану допустимого значення [1,2]. Отже, для виконання вентиляційних маневрів повинні використовуватися алгоритми керування провітрюванням безпечні не тільки в стаціонарному розрахунковому режимі, але і в процесі перехідних аерогазодинамічних процесів.

Для дослідження таких алгоритмів було розроблено математичну модель системи керування провітрюванням виїмкової ділянки шахти в середовищі моделювання MATLAB. Модель має структуру, яка використовує такі основні модулі:

- модель аерогазодинамічних процесів виїмкової ділянки;
- модель виконавчих пристроїв (регуляторів витрати повітря);
- нечіткий алгоритм керування провітрюванням.

При виконанні досліджень використовувалася наступна схема взаємодій і припущень між змінними та параметрами складових моделі.

1) Модель аерогазодинамічних процесів виїмкової ділянки дозволяє провести розрахунок зміни концентрації метану на ділянці в залежності від параметрів вентиляційної схеми або зміни депресії повітря на її вхідних полюсах. При побудові моделі для дослідження алгоритму використовувався математичний опис аерогазодинамічних процесів і параметри схеми провітрювання, які застосовувалися в роботах [2,3]. Для системи управління така модель є об'єктом управління, в якому вхідною змінною є опір регулятора витрати повітря, який введений послідовно в гілку вентиляційного штрека виїмкової ділянки. Вихідними змінними є значення концентрації метану й витрати повітря в вихідному струмені ділянки.

У моделі були використані параметри вентиляційної схеми 7-й північної лави ш. «Холодна Балка» № 3. Для ідентифікації параметрів моделі проводилися дослідження в середовищі моделювання MATLAB [4]. Було виконано моделювання процесів вентиляції та порівняння газодинаміки ділянки в реальному експерименті та моделі. Результати

моделювання цього процесу показують достатню точність параметрів обраної моделі (середньоквадратичне відхилення не перевищує 9.65%) [3].

2) Модель виконавчих пристроїв регуляторів витрати повітря являє собою модель регулятора витрати повітря. У загальному випадку це - об'єкт з нелінійної передавальної функцією, яку можна врахувати при формуванні функції належності вихідної змінної в системі управління на базі нечіткої логіки. Крім того, постійна часу регулятора досить мала в порівнянні з постійною часу перехідного процесу по газу. Все це дозволяє звести модель до регульованого додатковому опору виробітки, яке розраховується для необхідних значень витрати повітря.

3) Нечіткий алгоритм керування провітрюванням виїмкової ділянки реалізується за моделлю Е. Мамдані та включає етапи фазифікації, логічної обробки і дефазифікації[4]. На етапі фазифікації в системі визначаються змінні, на підставі яких приймається рішення на керуючий вплив, і для них виробляються функції належності цих змінних лінгвістичним значенням. Логічна обробка використовує правила формування вихідної змінної для різних комбінацій вхідних впливів на підставі експертної оцінки. Отриманий результат використовується для формування керуючого впливу в системі управління. Розглянемо формування елементів моделі керуючої системи з урахуванням особливостей об'єкта управління.

Відомо, що у відповідності з правилами безпеки ведення гірничих робіт концентрація метану у виробках обмежується певним рівнем, тому при зміні режиму провітрювання цей факт необхідно враховувати для перехідного режиму. При цьому порушення безпеки провітрювання деяких виїмкових дільниць по газовому чиннику може виникати в разі необхідності зменшення концентрації метану. Це підтверджують результати ідентифікації моделі для умов вентиляційної схеми 7-ї північної лави ш. «Холодна Балка» № 3. При зміні концентрації метану з 0.4% до 0.33% виникає сплеск, амплітуда якого доходить до 0.56% а перехідний процес по газу триває більше ніж 3 години [3]. Впливом на перехідний процес по газу тут виступає ступінчасте збільшення витрати повітря, яке в даному експерименті склало 21%.

Якщо припустити, що необхідно виконати подібну зміну режиму провітрювання з обмеженням рівня концентрації метану, то слід виконувати зміну витрати повітря дозовано і при цьому контролювати відхилення концентрації метану від допустимого рівня та швидкість її зміни. Для забезпечення безпечного переведення вентиляційної схеми ділянки в новому режимі провітрювання може бути використана система нечіткого управління. Така система передбачає наявність бази правил, які використовують лінгвістичні змінні, а їх значення формуються на етапі фазифікації за допомогою функцій належності. У разі безпечного зниження концентрації метану можна використовувати правила такого вигляду:

ЯКЩО відхилення концентрації метану від допустимого рівня <Значення>

І зміна концентрації метану<Швидкість зміни>,

ТО змінити витрата повітря<Значення>

У таблиці 1 наведені правила для процедури безпечного зниження рівня концентрації метану з використанням лінгвістичних змінних: вхідні - «Відхилення концентрації метану від допустимого рівня» і «Швидкість зміни концентрації метану», вихідна - «Зміна витрати повітря».

Таблиця 1. База правил нечіткої системи управління

	<i>відхилення від допустимого рівня</i>		<i>концентрація метану</i>		<i>витрата повітря</i>
ЯКЩО	дуже мало	I	швидко збільшується	ТО	сильно зменшити
			збільшується		зменшити
			не змінюється		не змінювати
			зменшується		не змінювати
			швидко зменшується		не змінювати
	мало		швидко збільшується		зменшити
			збільшується		не змінювати
			не змінюється		збільшити
			зменшується		збільшити
			швидко зменшується		збільшити
	середнє	швидко збільшується	не змінювати		
		збільшується	не змінювати		
		не змінюється	збільшити		
		зменшується	збільшити		
		швидко зменшується	сильно збільшити		
	велике	швидко збільшується	не змінювати		
		збільшується	збільшити		
		не змінюється	сильно збільшити		
		зменшується	сильно збільшити		
		швидко зменшується	сильно збільшити		

Для лінгвістичних змінних були розроблені функції належності. Швидкість зміни концентрації метану визначалася як відношення різниці показань датчика в поточному і попередньому циклі опитування на тривалість інтервалу опитування. Лінгвістична змінна «зміна витрати повітря» на етапі дефазифікації перетворювалася в керуючий вплив по центру максимуму активної області після логічного висновку. При цьому значення «збільшити» відповідало $0.4 \text{ м}^3 / \text{с}$, а «сильно збільшити» - $0.8 \text{ м}^3 / \text{с}$. На рис. 1 наведені перехідні процеси для витрати повітря і концентрації метану для зниження концентрації метану з 0.4%

До 0.33% з обмеженням рівня на 0.5%. Моделювання проводилось в середовищі MATLAB, інтервал опитування датчиків склав 10 хв. Облік газодинаміки процесу в кожному такті забезпечив зміна режиму провітрювання з обмеженням концентрації метану на заданому рівні (0.5%).

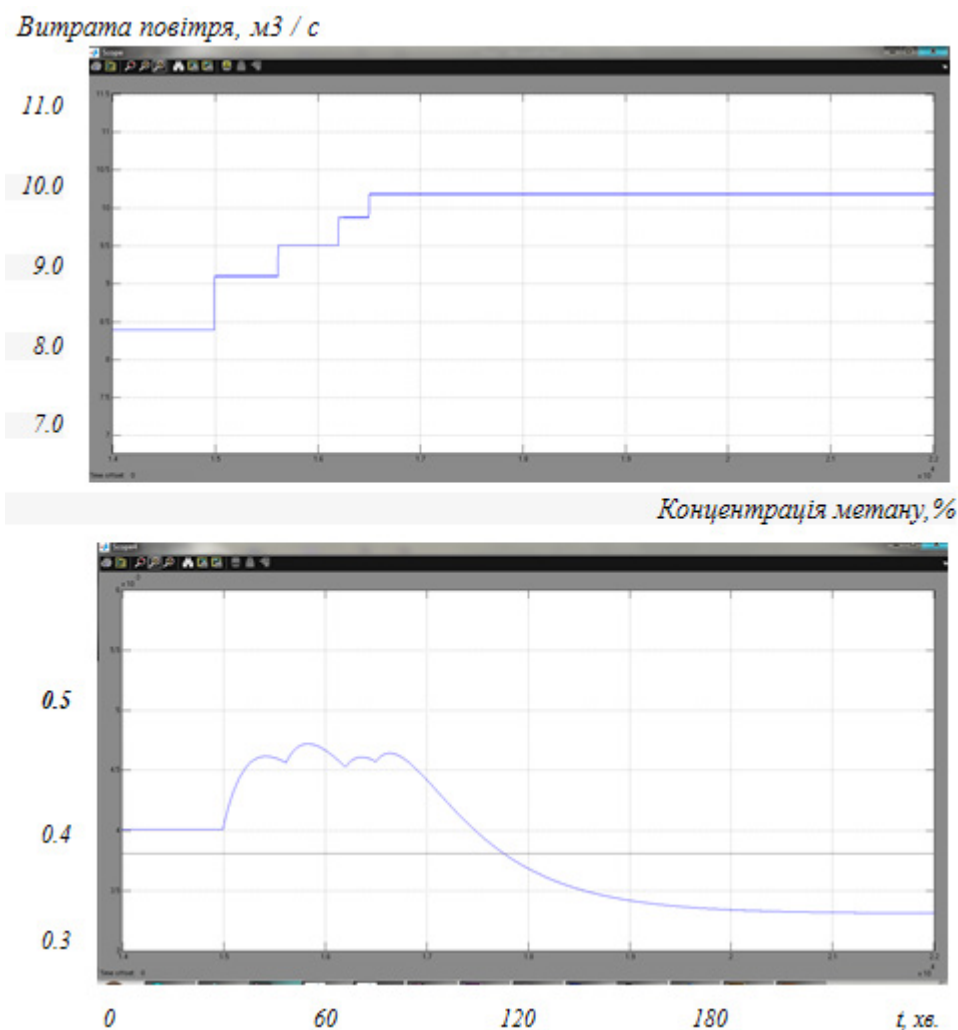


Рисунок 1. Зміна концентрації метану й витрати повітря при управлінні

Висновки

Розроблено модель нечіткої системи управління в середовищі MATLAB. Дослідження аерогазодинаміки процесів управління дозволили розробити функції належності лінгвістичних змінних і показали ефективність обраних правил для різних режимів провітрювання і інтервалів опитування датчиків в системі.

Перелік посилань

- [1] Ушаков К.З. Газова динаміка шахт. - М.: Гірські науки, 2004.-481с.
- [2] Абрамов Ф.А., Фельдман Л.П., Святний В.А. Моделювання динамічних чеських процесів рудникової аерології. Київ, Наукова думка, 1981. 380с.
- [3] Ковальов С.О., Азамат М.Н., Чепіжко А.А. Моделювання об'єкту управління системи провітрювання виїмкової ділянки. Известия ТТІ ПФУ - ДонНТУ. Матеріали тринадцятого науково-практичного семінару «Практика і перспективи розвитку партнерства в сфері вищої школи». У 2 кн. - Таганрог изд-во ТТІ ЮФУ.Кн.2. 2012, № 12. - С.8-12. 4.Леоненков А. В. Нечітке моделювання в середовищі MATLAB і fuzzyTECH. - СПб.: БХВ Петербург, 2005. - 736 с.: Іл.