

МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ШАХНОЇ АТМОСФЕРИ

Азамат М.М., Чепіжко О.О., Ковальов С.О.
 Донецький національний технічний університет
 Кафедра "Комп'ютерна інженерія"
 E-mail: [DangerDream-777@yandex.ru](mailto: DangerDream-777@yandex.ru)

Введення

Розробка систем автоматизованого контролю атмосфери шахт є актуальною проблемою гірничої науки. У першу чергу тут треба розв'язати задачу неперервної підтримки основних параметрів та компонентів вентиляційного потоку, що забезпечують нормальний вентиляційний та газовий режим у гірничих виробітках. Однією з умов для забезпечення безпеки процесів добичі вугілля повинно бути введення у експлуатацію на шахтах автоматично безперервно діючих датчиків контролю параметрів та компонентів рудничної атмосфери - головним чином метану. У зв'язку з зростанням кількості шахт, небезпечних по газу або пилу є необхідність створення такої системи контролю рудничної атмосфери, яка забезпечувала би не тільки неперервний хід інформації, але і вплив на органи управління з метою приведення параметрів і компонентів вентиляційного потоку у відповідності з вимогами правил безпеки. Така система дозволяє вирішити питання безпеки проведення гірничих робіт автоматизованого регулювання провітрюванням шахт.

Під час проектування систем управління провітрюванням виникає задача побудови моделей перехідних аерогазодинамічних процесів у виїмкової ділянки вугільних шахт. У цій роботі була використана модель, яка представлена в роботі[2]. Реалізація моделі перехідних аерогазодинамічних процесів у середовищі MATLAB пропонується наступним чином.

Виведення рівнянь для математичної моделі

Математична модель розробляється для вентиляційної схеми ділянки, що зображена на рисунку 1. На схемі ділянки аеродинамічний опір ділиться на лінійну та квадратичну складові R' , R'' , тому що у виробленому просторі діє перехідний закон між лінійним та квадратичним.

$R_{1.1}$ – аеродинамічний опір вентиляційного штреку. $R_{1.2}$ – аеродинамічний опір відкаточного штреку. $R_{л}$ – аеродинамічний опір лави.

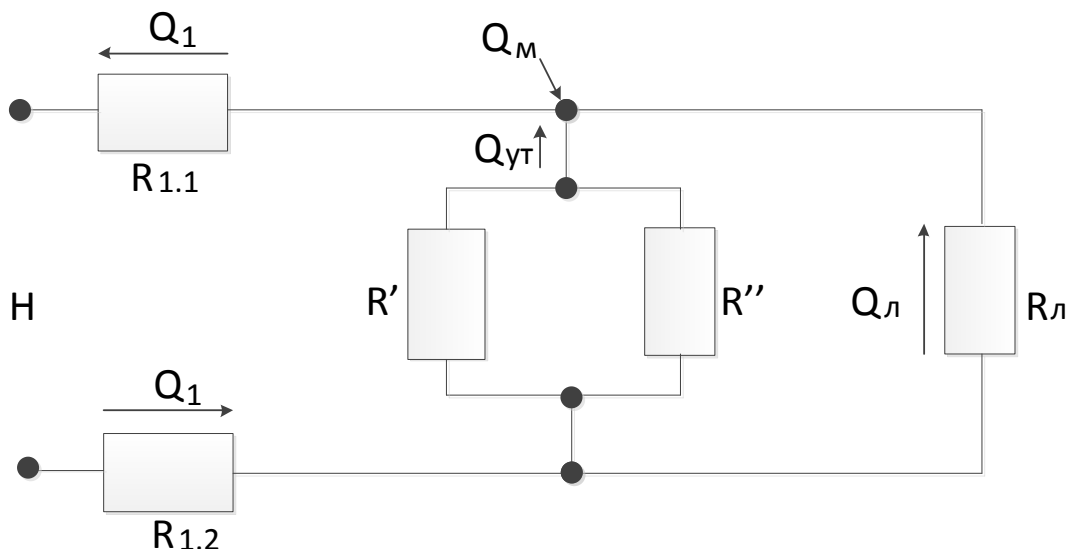


Рисунок 1 - Розрахункова схема вентиляції виїмкової ділянки

Для розробки математичної моделі була отримана система рівнянь (вузлове на контурні рівняння), що описують витрати повітря на ділянці [2]:

$$\begin{cases} Q_1 - Q_{yT} - Q_{\pi} = 0 \\ k_1 \frac{dQ_1}{dt} + (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| + k_{\pi} \frac{dQ_{\pi}}{dt} + R_{\pi} Q_{\pi} |Q_{\pi}| = H \\ k_1 \frac{dQ_1}{dt} + (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| + k_{yT} \frac{dQ_{yT}}{dt} + R_{yT}'' Q_{yT} |Q_{yT}| + R_{yT}' Q_{yT} = H \end{cases}$$

де Q – витрати повітря;

H – депресія;

k – коефіцієнти, що визначає інертність потоку повітря.

Процес масопереносу метану у виробках можна описати системою рівнянь, що виходять на підставі закону збереження маси метану [1,3] в об'ємі V :

$$\begin{cases} V \frac{dc}{dt} + (Q_1 + Q_m)c = Q_m ; \\ T \frac{dM}{dt} + M = B \left(1 - \frac{Q_{yT}}{Q_k}\right) \sigma ; \\ Q_M = Q_{0M} - \frac{1}{\rho_M} \frac{dM}{dt} . \end{cases}$$

де ρ – щільність метану;

T – постійна часу;

B – максимальна маса метану в елементі ВП;

V – об'єм простору ;

c – концентрація метану;

M – маса метану, що накопився;

Q_m, Q_{0m} – дебіт метану в поточному режимі та в режимі що встановився.

Підсумкова математична модель аеродинамічних процесів має наступний вигляд:

$$\begin{cases} Q_1 - Q_{yT} - Q_{\pi} = 0 ; \\ k_1 \frac{dQ_1}{dt} + (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| + k_{\pi} \frac{dQ_{\pi}}{dt} + R_{\pi} Q_{\pi} |Q_{\pi}| = H ; \\ k_1 \frac{dQ_1}{dt} + (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| + k_{yT} \frac{dQ_{yT}}{dt} + R_{yT}'' Q_{yT} |Q_{yT}| + R_{yT}' Q_{yT} = H ; \\ V \frac{dc}{dt} + (Q_1 + Q_m)c = Q_m ; \\ T \frac{dM}{dt} + M = B \left(1 - \frac{Q_{yT}}{Q_k}\right) \sigma ; \\ Q_M = Q_{0M} - \frac{1}{\rho_M} \frac{dM}{dt} . \end{cases}$$

Для реалізації у системні моделювання MATLAB [4] рівняння перетворюється наступним чином

$$\begin{cases} Q_1 = Q_{yT} + Q_{\pi} ; \\ \frac{dQ_1}{dt} + \frac{k_{\pi}}{k_1} \frac{dQ_{\pi}}{dt} = \frac{H - (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| - R_{\pi} Q_{\pi} |Q_{\pi}|}{k_1} ; \\ \frac{dQ_1}{dt} + \frac{k_{yT}}{k_1} \frac{dQ_{yT}}{dt} = \frac{H - (R_{1.1} + R_{1.2})Q_1 |Q_1| - R_{yT}'' Q_{yT} |Q_{yT}| - R_{yT}' Q_{yT}}{k_1} ; \\ \frac{dc}{dt} = \frac{Q_m - (Q_1 + Q_m)c}{V} ; \\ \frac{dM}{dt} = \frac{B \left(1 - \frac{Q_{yT}}{Q_k}\right) \sigma - M}{T} ; \\ Q_M = Q_{0M} - \frac{1}{\rho_M} \frac{dM}{dt} . \end{cases}$$

Параметри даної розрахункової схеми використовуються параметри участка шахти «Холодна балка» №3 які наведені у таблиці 1

Таблиця 1 Параметри розрахункової схеми

Гілка	R'' , $H \cdot c^2 / M^8$	R' , $H \cdot c / M^5$	k_1 , $H \cdot c / M^5$	V , кг	k_2 , $кг \cdot c / M^3$	T , с	V, M^3
Q_1	0,39	-	125,7	-	-	-	-
Q_{II}	5,5	-	50	-	-	-	-
Q_{VT}	158,4	106,3	65	380	76	800	1100

Розробка моделі в середовищі Matlab

Модель розробляється за допомогою Simulink в середовищі Matlab. Вона розробляється блочним методом. Кожний з блоків може реалізуватися окремим процесом[4]. Завдяки цьому дана модель може бути распаралелена.

У результаті була отримана загальна схема моделі, яка наведена на рис. 2:

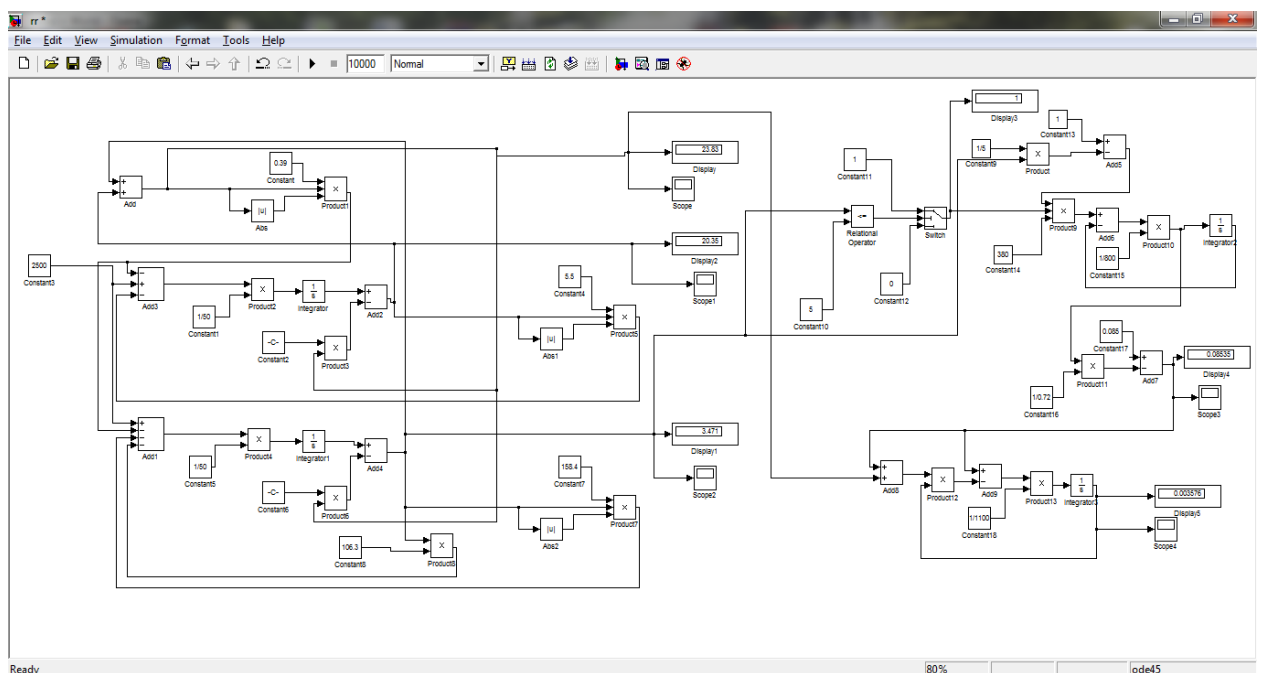


Рисунок 2 – Загальна схема моделі

Аналіз та порівняння результатів моделювання

В отриманій моделі був проведений експеримент було змінено N з 2000 до 2900, для того щоб зменшити концентрацію метану з 0,4% до 0,33%. При цьому був сплеск концентрацію метану до 0,56%. На рисунку 3 зображено результати отримані експериментально. На рисунку 4 зображено результати модулювання у середовищі Matlab. Середньоквадратичне відносне відхилення модельних та експериментальних даних процесу зміни концентрації метану ділянки склало 9,65%.

Висновок

Проведений експеримент моделі в середовищі Matlab збігається з результатами отриманими в практичному експерименті. Розроблена модель може бути використана при побудові автоматизованих систем провітрювання.

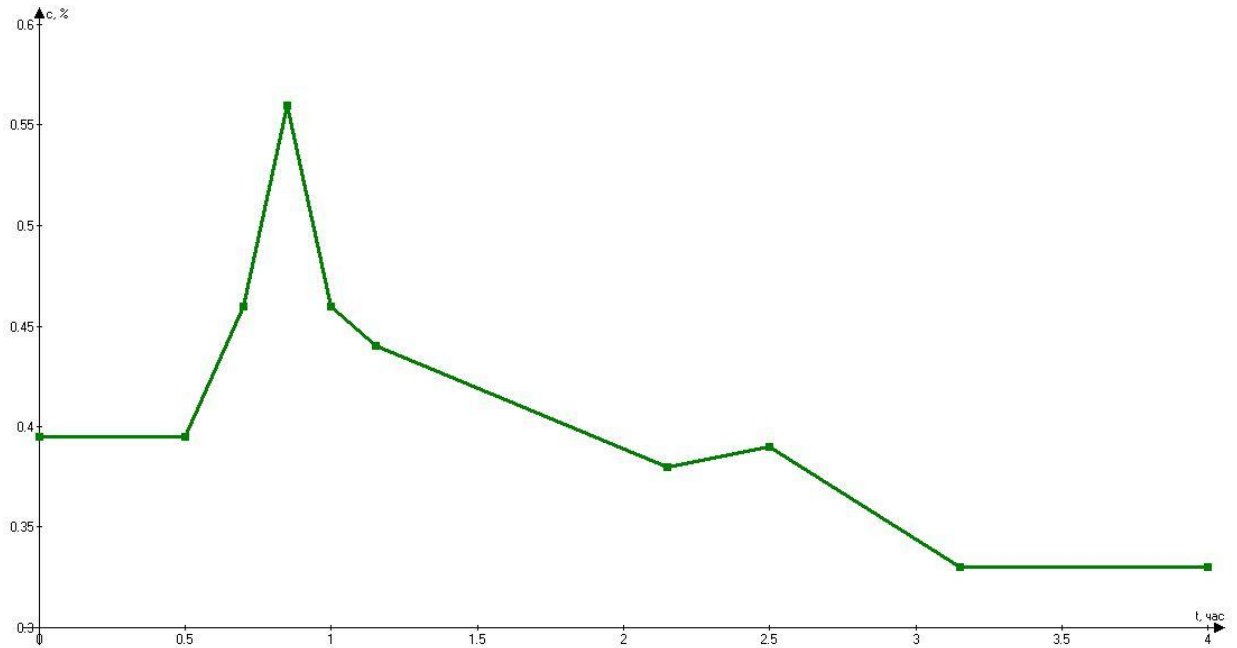


Рисунок 3 – Результати практичного експерименту

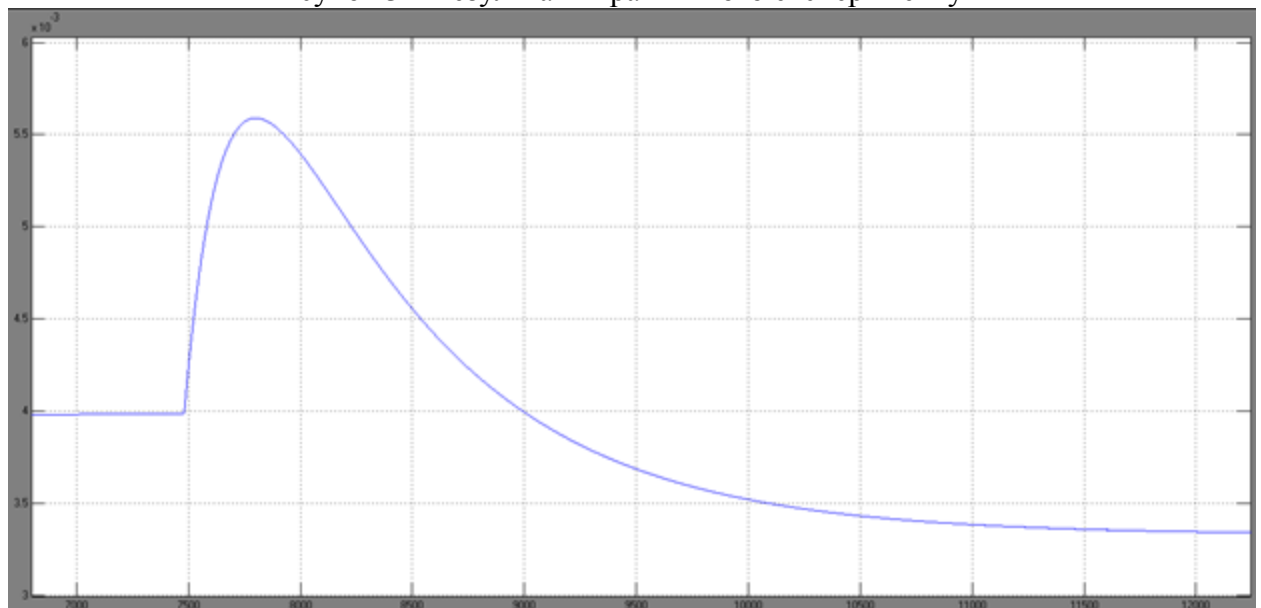


Рисунок 4 – Результати моделювання у Matlab

Література

1. Ушаков К. З., Бурчаков А. С., Медведів І. І. Руднична аерологія. –М.:Недра,1978.- 440с.
2. Абрамов Ф.А., Фельдман Л.П., Святний В.А. Моделювання динамічних процесів рудничної аерології. Київ, Наукова думка, 1981.
3. Фельдман Л.П., Касимов О.И., Слепцов А.И. Основные закономерности и математическая модель газодинамических процессов на выемочных участках шахт.- В кн.: Разработка месторождений полезных ископаемых.- Киев: Техника, 1973, вып.34, с.35-41.
4. Кривілев А. Основи комп'ютерної математики з використанням системи MATLAB. Лекс-Книга, 2005