



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25473 (13) U
(51) МПК (2006)
E21F 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПОТОЧНОГО ПРОГНОЗУ МЕТАНОВОСТІ

1

2

(21) u200703570

(22) 02.04.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Денисенко Володимир Петрович, Маркін Віктор Олексійович, Абакумова Олена Володимирівна, Лепіло Наталя Миколаївна

(73) ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб поточного прогнозу метановості, що включає збір даних про концентрацію метану і кількості повітря за даними аерогазового контролю у витікаючому струмені лави або видобувної дільниці, який **відрізняється** тим, що проводять розрахунок фактичного метановиділення з лави або видобувної дільниці за час не менше 6 днів після періоду первинного осідання масиву покрівлі, на підставі одержаних даних будують динамічний ряд фактичного середньодобового метановиділення для конкретної лави і визначають прогнозну метановість лави або видобувної дільниці способом експоненціального згладжування по формулі:

$$I_{t+1} = I_t + \alpha \cdot (I_t^{\Phi} - I_t), \text{ м}^3/\text{хв},$$

де I_t - прогнозне значення метановості на даний момент часу (береться останнє розрахункове прогнозне значення, одержане на попередньому кроці часу), вхідним показником для поточного оперативного прогнозування метановості є середнє арифметичне середньодобових значень метановості за останні 6 діб роботи дільниці, $\text{м}^3/\text{хв}$;

I_t^{Φ} - фактичне значення метановості за попередню добу, $\text{м}^3/\text{хв}$;

α - емпіричний коефіцієнт згладжування, що відображає інтегральний вплив практично всіх факторів, які важко враховуються: фізико-механічні властивості порід, літолого-потужна структура під- і надроблюваних масивів, нерівномірність осідань покрівлі і ступінь порушеності, причому коефіцієнт α вибирають оптимальним у кожному конкретному випадку на основі мінімізації помилки прогнозу.

Корисна модель відноситься до гірничої промисловості і може бути використана для оперативного прогнозу метановості підземних гірничих виробок, на основі якої здійснюється управління вентиляцією гірничих виробок, проектування вентиляції вугільних шахт, вибір засобів і способів управління газовиділенням, визначення оптимальних навантажень на очисні забої по газовому фактору, а також розв'язання ряду задач, безпосередньо пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці.

Відомий спосіб прогнозу метановості виробок видобувних дільниць для діючих шахт по фактичній метановості виробки-аналогу даного шахтопласту (статистичний спосіб), який полягає в збиранні даних про гірничо-геологічні, гірничотехнічні умови ведення гірничих робіт; про концентрацію метану та кількість повітря у витікаючому струмені лави або видобувної дільниці і по отриманим даним розраховують усереднену прогнозну метановість виробки по середній метановості виробки-аналогу за весь період відробки виїмкового поля лави.

За статистичним способом прогнозна метановість гірничих виробок визначається по фактичній метановості виробки-аналогу даного шахтопласту ($I_p, \text{м}^3/\text{хв}$):

$$I_p = I_{\Phi} \left(\frac{\ell_{\text{оч.р.}}}{\ell_{\text{щ.чф.}}} \right)^{0,4} \left(\frac{A_p}{A_{\Phi}} \right)^{0,6} K_{\text{с.р.}} K_{\text{г.р.}}, \text{ м}^3/\text{хв}.$$

Прогнозна метановість для виробки, що проектується, встановлюється шляхом коректування фактичної метановості лави-аналогу ($I_{\Phi}, \text{м}^3/\text{хв}$) з урахуванням закономірностей при зміні параметрів: довжини лави ($\ell_{\text{оч.р.}}$, м), навантаження на очисний забій (A_p , т/доб.), системи розробки ($K_{\text{с.р.}}$) і природної метановості з глибиною ($K_{\text{г.р.}}$) [Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. - Киев: Основа, 1994. - С.311].

Недоліки відомого способу - прогнозується тільки середня величина метановості очисної виробки на весь період відробки виїмкового поля, яка не дозволяє прогнозувати рівень метановиділення у конкретний момент часу за рахунок того, що не враховується динамічна природа метанови-

(13) U

(11) 25473

(19) UA

ділення, викликана неоднорідністю масиву і нерівномірністю протікання геомеханічних процесів. Спосіб не може застосовуватися при розкритті нових пластів, зміні способу управління покрівлею, при під- або надробці пласту.

Технічною задачею корисної моделі є удосконалення способу поточного прогнозу метановості в якій застосування методу експоненціального згладжування із заздалегідь встановленим емпіричним коефіцієнтом для конкретних умов відробки і нового принципу вибору прогнозних значень метановості на початковий момент часу дозволяє здійснювати поточний прогноз метановиділення в просторі і часі з урахуванням інтегрального впливу всіх факторів розробки, середньо-абсолютна відсоткова помилка (MAPE) якого складає 10%, що в 2 рази нижче загальноприйнятої у вугільній промисловості.

Поставлена задача вирішується так: в способі поточного прогнозу метановості, що включає збір даних про концентрацію метану і кількості повітря по даним аерогазового контролю у витікаючому струмені лави або видобувної дільниці згідно корисної моделі проводять розрахунок фактичного метановиділення з лави або видобувної дільниці за час не менше 6 днів після періоду первинного осідання масиву покрівлі, на підставі одержаних даних будують динамічний ряд фактичного середньодобового метановиділення для конкретної лави і визначають прогнозну метановість лави або видобувної дільниці способом експоненціального згладжування по формулі:

$$I_{t+1} = I_t + \alpha \cdot (I_t^{\Phi} - I_t), \text{ м}^3/\text{хв.}$$

де I_t - прогнозне значення метановості на даний момент часу (береться останнє розрахункове прогнозне значення, одержане на попередньому кроці часу), вхідним даним для поточного оперативного прогнозування метановості є середнє арифметичне середньодобових значень метановості за останні 6 діб роботи дільниці, $\text{м}^3/\text{хв.}$;

I_t^{Φ} - фактичне значення метановості за попередню добу, $\text{м}^3/\text{хв.}$;

α - емпіричний коефіцієнт згладжування, що відображає інтегральний вплив практично всіх факторів, які важко враховуються: фізико-механічні властивості порід, літолого-потужна структура під- і надробляємих масивів, нерівномірність осідань покрівлі і ступінь порушеності, причому коефіцієнт α вибирають оптимальним у кожному конкретному випадку на основі мінімізації помилки прогнозу, що дозволяє здійснювати поточний прогноз метановиділення в просторі і часі з урахуванням інтегрального впливу всіх факторів розробки, середньо-абсолютна відсоткова помилка (MAPE) якого складає 10%, нижче загальноприйнятої у вугільній промисловості.

На Фіг. приведено ілюстрацію здійснення пропонуваного способу, крива 1 - динамічний ряд фактичного метановиділення, крива 2 - прогнозне метановиділення, розраховане способом експоненціального згладжування.

Спосіб здійснюють таким чином.

Для складання поточного прогнозу метановості видобувної дільниці виписуються фактичні середньодобові дані про концентрацію метану і кількість повітря за даними аерогазового контролю (КАГІ), наприклад, за 30 діб роботи після первинної посадки масиву покрівлі. Розраховується фактичний середньодобовий дебіт метану, за цими даними будується динамічний ряд фактичного газовиділення за вибраний період роботи дільниці. (Всі розрахунки виконуються згідно Руководства) (крива 1 Фіг.).

Прогнозне значення метановиділення розраховується способом експоненціального згладжування згідно формули:

$$I_{t+1} = I_t + \alpha \cdot (I_t^{\Phi} - I_t), \text{ м}^3/\text{хв.}$$

де I_t - прогнозне значення метановості на даний момент часу (береться останнє розрахункове прогнозне значення, одержане на попередньому кроці часу), вхідним даним для поточного оперативного прогнозу метановості є середнє арифметичне середньодобових значень метановості за останні 6 діб роботи, $\text{м}^3/\text{хв.}$;

I_t^{Φ} - фактичне значення метановості за попередню добу, $\text{м}^3/\text{хв.}$;

α - емпіричний коефіцієнт згладжування, що відображає інтегральний вплив практично всіх факторів, що важко враховуються: фізико-механічні властивості порід, літолого-потужна структура під- і надробляємих масивів, нерівномірність осідань покрівлі і ступінь порушеності, коефіцієнт α вибирають оптимальним у кожному конкретному випадку на основі мінімізації помилки прогнозу.

При першому виконанні прогнозного розрахунку, прогнозне значення метановості одержане на попередньому кроці часу, знаходимо як середнє арифметичне значення метановості за останні шість діб роботи:

$$I_t = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6}{6}, \text{ м}^3/\text{хв.}$$

Дані повинні бути показними, тобто узяті значення не повинні містити відсутніх або невірних значень.

Фактичне значення метановості беремо за останню добу.

$$I_t^{\Phi} = I_6.$$

Коефіцієнт згладжування α підбираємо емпірично з використанням даних про фактичні середньодобові значення метановості за конкретний період роботи дільниці. Для досліджених шахт Донбасу встановлено, що α може дорівнювати 0,5-0,7. При оперативному прогнозуванні метановості α зберігається постійним для даних умов відробки на період роботи видобувної дільниці.

Всі подальші розрахунки прогнозного значення метановості I_{t+1} виконуються так: I_{t+1}^{Φ} (метановість розрахована по вчорашнім фактичним вимірам); I_t (метановість прогнозована вчора на сьогодні) (крива 2 Фіг.).

Слід мати на увазі, що випадкова помилка у виконанні навіть одного розрахунку може впливати на результати надалі. Це пов'язано з використанням в розрахунковій формулі параметра I_t , який містить в собі всю передісторію зміни параметра. Тому при виявленні випадкової помилки необхідно перерахувати всі розрахунки, виконані з моменту виявлення помилки.

Для контролю якості прогнозу розраховується середньоабсолютна процентна помилка (MAPE). Цей показник характеризує точність прогнозу.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{n-1} \frac{|I_t^{\Phi} - I_t|}{I_t^{\Phi}} \cdot 100\%$$

Розрахунок виконується за допомогою програми Excel, яка входить до складу пакету Microsoft Office.

Приклад застосування способу.

Поточний прогноз метановості за способом експоненціального згладжування наведено для умов відробки лави 25 Орловська пласту k_2 шахти «Молодогвардійська» ВАТ «Краснодонвугілля». Спочатку розраховують фактичне метановиділення дільниці (I_t^{Φ}), наприклад за місяць роботи (див. табл.), по розрахованим даним будують динамічний ряд фактичного метановиділення (кривої Фіг.). Для розрахунку прогнозного метановиділення (I_t) прийняли коефіцієнт згладжування $\alpha = 0,5$. Далі побудували динамічний ряд прогнозного метановиділення (крива 2 Фіг.). Як видно з кривих Фіг. прогнозні значення в цілому відображають динаміку зміни фактичного метановиділення та мають достатню збіжність і точність.

Для приведеного прикладу середньоабсолютна процентна помилка MAPE складає 8%, що підтверджує високу точність прогнозу (див. табл.).

Таблиця

Прогноз метановиділення видобувної дільниці на прикладі 25 Орловської лави пласту k_2 шахти «Молодогвардійська» ВАТ «Краснодонвугілля»

Дата роботи	Фактичне метановиділення дільниці, I_t^{Φ} м ³ /хв.	Прогнозне метановиділення дільниці I_t м ³ /хв.	Модуль абсолютної похибки, е	Відносна похибка, %
1.12.03	7,40			
2.12.03	7,70			
3.12.03	7,40			
4.12.03	9,80			
5.12.03	9,80	8,48		
6.12.03	8,80	9,14	0,34	3,86
7.12.03	8,40	8,97	0,57	6,79
8.12.03	9,30	8,69	0,62	6,61
9.12.03	8,10	8,99	0,89	11,02
10.12.03	7,30	8,55	1,25	17,07
11.12.03	7,70	7,92	0,22	2,90
12.12.03	8,40	7,81	0,59	7,01
13.12.03	8,30	8,11	0,19	2,34
14.12.03	8,40	8,20	0,20	2,35
15.12.03	7,80	8,30	0,50	6,43
16.12.03	7,80	8,05	0,25	3,21
17.12.03	7,40	7,93	0,53	7,10
18.12.03	9,70	7,66	2,04	21,00
19.12.03	8,50	8,68	0,18	2,13
20.12.03	8,30	8,59	0,29	3,50
21.12.03	9,40	8,45	0,95	10,16
22.12.03	9,90	8,92	0,98	9,87
23.12.03	9,40	9,41	0,01	0,12
24.12.03	9,60	9,41	0,19	2,02
25.12.03	8,80	9,50	0,70	7,99
26.12.03	8,80	9,15	0,35	3,99
27.12.03	8,60	8,98	0,38	4,37
28.12.03	9,80	8,79	1,01	10,33
29.12.03	9,10	9,29	0,19	2,13
30.12.03	8,00	9,20	1,20	15,00
31.12.03	7,20	8,10	0,90	12,48
Точність прогнозу MAPE, %				7,32

