

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМУ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ПРОДУКТИВНОСТІ СТРУГОВОЇ ВИЙМКИ

Староверов К.С., канд. техн. наук, доц., Кривонос М.В. студ.,
Донецький державний технічний університет

Теоретично обгрунтований алгоритм автоматичного контролю продуктивності стругової виймки в складі системи автоматичного забезпечення прямолінійності очисного вибою

Algorithm of automatic productivity control of a plow winning in composition of automatic support system of linearity stop in theory is grounded

Використання систем автоматичного забезпечення прямолінійності (САЗП) очисного вибою є одним з засобів підвищення продуктивності стругової виймки, актуальність застосування якої для виймки тонких, викидонебезпечних пластів Донбасу неодноразово підкреслювалася фахівцями в цій галузі [1, 2]. Присутність в складі САЗП підсистеми контролю посування очисного вибою [3] надає додаткову можливість оцінки продуктивності очисної виймки без будь-яких додаткових засобів контролю. Це дозволить уникнути застосування електромеханічних ваговимірювальних пристроїв, наприклад, при рішенні задачі оперативно-диспетчерського керування шахтою [4]. Розробка алгоритму автоматичного контролю продуктивності очисної виймки на базі САЗП і є предметом даної статті.

Скористуємося відомим виразом для визначення експлуатаційної продуктивності стругової виймки [5]

$$A_E = L_v \cdot m_{пл} \cdot \gamma \cdot d \cdot h_c \cdot n_d, \text{ т/добу}, \quad (1)$$

де L_v - робоча довжина очисного вибою, м; $m_{пл}$ - потужність пласта, м; γ - питома вага вугілля, т/м³; d - коефіцієнт видобутку вугілля; h_c - товщина стружки, м; n_d - кількість робочих ходів струга на добу.

У даному виразі $L_v \cdot h_c \cdot n_d$ є площа посування очисного вибою за добу ΔS_d , тоді з урахуванням введення коефіцієнта $k = m_{пл} \cdot \gamma \cdot d$, що враховує конкретні гірничо-геологічні умови,

$$A_E = k \cdot \Delta S_d. \quad (2)$$

Якщо припустити, що лінія очисного вибою характеризується своїм початковим $F_n(x)$ і кінцевим $F_k(x)$ відомими станами на інтервалі $x \in [x_n, x_k]$, то очевидно, що

$$\Delta S_{\partial} = \int_{x_n}^{x_k} (F_k(x) - F_n(x)) \cdot dx, \quad (3)$$

а з урахуванням властивості лінійності певного інтеграла

$$\Delta S_{\partial} = \int_{x_n}^{x_k} F_k(x) \cdot dx - \int_{x_n}^{x_k} F_n(x) \cdot dx = S_k - S_n. \quad (4)$$

Дане припущення обгрунтоване, оскільки, одна з функцій САЗП-визначення фактичного положення лінії очисного вибою. При цьому, ця лінія задається на інтервалі $[x_n, x_k]$ таблицею $(x_i, y_i), i = 0, 1, \dots, m-1$, де x_i - розбиття $x_n = x_0 < x_1 < \dots < x_{m-1} = x_k$, що характеризує місця установки датчиків посування конвейєра (ДПК), y_i - свідчення ДПК, m - кількість ДПК. Визначення значень функції $F(x)$, що описує положення лінії очисного вибою, в довільній точці області її визначення $x \in [x_n, x_k]$ здійснюється сплайн-методом, що обгрунтовано в [3], тобто

$$F(x) = \text{spline}^{(N)}(x_i, y_i, x), i = 0, 1, \dots, m-1, \quad (5)$$

де N - степінь сплайн-функції.

Практичне застосування для рішення задач автоматизації стругової виїмки здобули сплайн-функції першої степені (кусково-лінійна інтерполяція) через невеликий динамічний діапазон зміни значень функції $F(x)$. З урахуванням цього,

$$F(x) = y_k + a_k \cdot (x - x_k), k = 0, 1, \dots, m-2, \quad (6)$$

$$\text{де } a_k = \frac{y_{k+1} - y_k}{x_{k+1} - x_k}.$$

Знайдемо вираз для визначення площі фігури S , обмеженої сплайном $F(x)$. Для цього візьмемо певний інтеграл від $F(x)$ на інтервалі $[x_n, x_k]$ і після відповідних перетворень отримаємо

$$S = \frac{1}{2} \cdot \sum_{k=0}^{m-2} (y_{k+1} + y_k)(x_{k+1} - x_k). \quad (7)$$

Вираз (7) можна спростувати шляхом запису у вигляді ряду, подальшого виключення членів $y_k \cdot x_k$ для $k = 1, \dots, m-3$ і уявлення у вигляді

$$S = \frac{1}{2} \cdot \left(\det \mathbf{B} + \sum_{k=0}^{m-2} \det \mathbf{A}_k \right), \quad (8)$$

де $\det \mathbf{B} (\det \mathbf{A}_k)$ - визначник матриці $\mathbf{B} (\mathbf{A}_k)$;

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} y_{m-1} & y_0 \\ x_0 & x_{m-1} \end{pmatrix}, \mathbf{A}_k = \begin{pmatrix} y_k & y_{k+1} \\ x_k & x_{k+1} \end{pmatrix},$$

однак, об'єм обчислень в цьому випадку збільшується.

Процес знаходження ΔS_∂ ілюструє рисунок 1 і характеризується

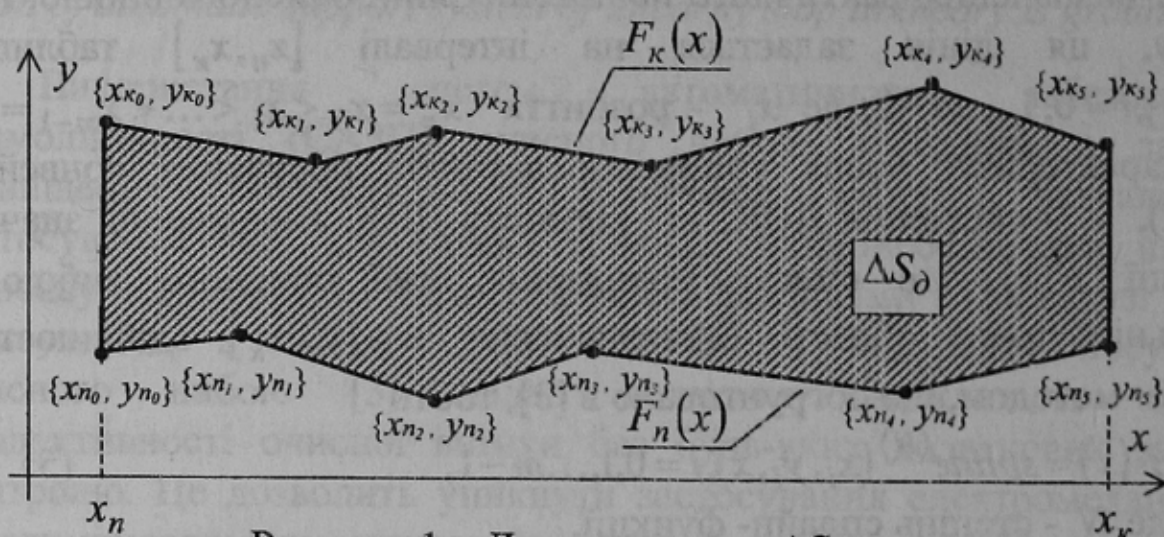


Рисунок 1 – До визначення ΔS_∂

двома випадками.

1 Випадок, коли абсциси задаючих сіток співпадають між собою, тобто $x_{nj} = x_{kj}$, $j = 0, \dots, m-1$, характеризує робочий режим функціонування САЗП.

У цьому випадку необхідно підставити вирази для знаходження S_n і S_k у вигляді (7) в (4)

$$\Delta S_\partial = \frac{1}{2} \cdot \sum_{j=0}^{m-2} \left[(y_{kj+1} - y_{nj+1}) + (y_{kj} - y_{nj}) \right] (x_{j+1} - x_j) \quad (9)$$

2 Випадок, коли абсциси задаючих сіток не співпадають між собою, тобто $x_{ni} = x_{kj}$, $i = 0, \dots, m_n - 1$, $j = 0, \dots, m_k - 1$, $m_n = m_k$ або $m_n \neq m_k$, характеризує початковий або аварійний режим функціонування САЗП, коли $F_n(x)$ отримана за результатами

маркшейдерських зйомок або робочий режим, пов'язаний із зміною кількості ДПК при зміні кута нахилу лінії очисного вибою.

У цьому випадку необхідно заздалегідь обчислити S_n і S_k по виразу (7), а потім скористатися виразом (4). Проте, таким же чином можна поступити і в попередньому випадку.

Достовірність результатів обчислень по отриманим виразам (7), (8), (9) підтверджена шляхом проведення обчислювального експерименту з використанням програмного пакету автоматизації математичних розрахунків **MathCad**. Сутність експерименту полягала в порівнянні результатів обчислення ΔS_D з використанням виразів (7), (8), (9) і початкового виразу (3). Отримана при цьому максимальна відносна погрішність 0,00621% свідчить про коректність виконаних перетворень.

На основі виразів (2), (4), (7) розроблено алгоритм обчислення експлуатаційної продуктивності, для якого розроблено і відлагоджено програмне забезпечення на мові Асемблер однокристального мікроконтролера **180C51** фірми **Intel**. Відладка програмного забезпечення виконана на ЕОМ засобами програмного пакету **PDS-51 Simulator** фірми **PHYTON, Inc**.

Очевидно, що даний алгоритм може бути використаний для визначення не тільки A_E , але і об'єму здобутого вугілля за будь-який проміжок часу. У цьому випадку, функція $F_k(x)$, що описує положення лінії очисного вибою, визначається по закінченні заданого проміжку часу.

Таким чином, реалізація на базі системи автоматичного забезпечення прямолінійності функції контролю продуктивності очисної виїмки можлива і не вимагає додаткових контролюючих елементів, що дозволить уникнути застосування електромеханічних ваговимірювальних пристроїв шляхом модернізації програмного забезпечення систем автоматизації стругової виїмки.

Перелік посилань.

1. Пономаренко В.В. Струговая выемка- перспективное направление по преодолению энергетического кризиса на Украине// Уголь Украины. - 1997.-№1.- С.26-27.
2. Сапицкий К.Ф., Бондаренко С.Н. Опыт применения новых технологий выемки весьма тонких пластов// Известия Донецкого горного института.-1995.-№1.-С.14
3. Груба В.И., Староверов К.С. Принципы построения системы автоматического обеспечения прямолинейности забоя струговой лавы// Уголь Украины. - 1999.-№11.- С.38-40.
4. Автоматизация производства на угольных шахтах/ Г.И. Бедняк, В.А. Ульшин, В.П. Довженко и др. – К.: Техніка, 1989.- 272с.
5. Тарадайко В.С., Котлов Э.С., Грядущий Б.А. Струговая выемка угля. - Донецк: Донбас, 1972.- 85с.