ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1968
Seria: GÓRNICTWO z. 29 Nr kol. 218

KRYSTIAN KALINOWSKI, HENRYK KAPOL

OPTYMALIZACJA PRODUKCJI ZAKŁADÓW WZBOGACANIA WĘGLA I RUDY PRZY POMOCY ELEKTRONICZNEGO ANALOGOWEGO MODELU

Streszczenie. Rozpatrując zakład wzbogacania jako równoległe pracujące oddziały technologiczne, zbadano możliwości osiągnięcia maksymalnej produkcji, uwzględniając warunki pracy całego zakładu.

Dla szybkiego znalezienia optymalnych parametrów w warunkach ruchowych zaproponowano zbudowanie specjalistycznego analogowego modelu.

Zakład wzbogacania w przybliżeniu można rozpatrywać w postaci równolegle pracujących technologicznych oddziałów, których produktem końcowym jest koncentrat o wymaganej jakości. Dotychczas dobór parametrów nastawczych maszyn wzbogacających oddziału jest niezależny od pozostałych oddziałów zakładu. Zanieczyszczenie koncentratu wyjściowego określa się tylko z warunków pracy danego oddziału. Można więc ogólnie powiedzieć, że pracę oddziału zakładu określa się według kryterium jego optymalnej pracy bez uwzględnienia warunków pracy całego zakładu. Łatwo można więc wykazać, że takie postępowanie nie zabezpiecza nam optymalnej pracy całego zakładu, co powoduje nie osiągnięcie maksymalnej produkcji przy założonej jakości koncentratu wyjściowego. Fakt ten występuje tym bardziej im większe są różnice w krzywych wzbogacania kopalin.

Średnia zawartość zanieczyszczeń w koncentracie otrzymanym w wyniku wzbogacenia z poszczególnych oddziałów wynosi:

$$\lambda_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \lambda_i \gamma_i m_i}{\sum_{i=1}^{n} \gamma_i m_i} \qquad (1)$$

gdzie:

$\lambda_{śr}$ - średnie zanieczyszczenie koncentratu otrzymanego w wyniku zmieszania produktów z poszczególnych oddziałów,

λ_i - średnie zanieczyszczenie koncentratu otrzymanego w i-tym oddziale,

m_i - ilość nadawy w i-tym oddziale,

γ_i - procentowa zawartość koncentratu o średnim zanieczyszczeniu λ_i w nadawie m_i,

n - ilość oddziałów technologicznych zakładu.

Zagadnienie optymalizacji procesu wzbogacania sprowadza się do określenia wartości λ_i i γ_i dla każdego z oddziałów, aby przy zachowaniu pożądanej wartości $\lambda_{śr}$ ilość wyprodukowanego koncentratu była maksymalna.

Niech:

$$P_i = \lambda_i \gamma_i \tag{2}$$

to po przekształceniu (1) z uwzględnieniem (2) mamy

$$\sum_{i=1}^{n} \left[P_i - \lambda_{śr} \gamma_i\right] m_i = 0 \tag{3}$$

Zadanie więc polega na znalezieniu takiego wektora $\{\gamma_{opt}\} = (\gamma_1 \ldots \gamma_n)_{opt}$ aby przy zachowaniu warunku (3) funkcja

$$y = \sum_{i=1}^{n} m_i \gamma_{i\,opt} = max \tag{4}$$

Należy zaznaczyć, że P_i jest funkcją ciągłą krzywoliniową, którą zdejmuje się doświadczalnie w laboratorium zakładu.

Dla znalezienia ekstremum warunkowego funkcji (4) przy warunku (3) wprowadźmy do rozważań funkcję pomocniczą:

$$F = \sum_{i=1}^{n} m_i \gamma_i - a \sum_{i=1}^{n} \left[P_i - \lambda_{śr} \gamma_i\right] m_i \tag{5}$$

(sposób znalezienia tu ekstremum oparty jest na metodzie czynników nieoznaczonych Lagrange'a, stosowanej dla funkcji uwikłanej).

Ekstremum funkcji (5 i 4) występuje w punkcie, gdzie pochodne cząstkowe po η_i są równe zero.
Mamy więc:

$$\frac{\partial F}{\partial \eta_i} = m_i - a\,(P_i' - \lambda_{śr})\,m_i = 0 \qquad (6)$$

gdzie:

$$P_i' = \frac{d\,P_i}{d\,\eta_i}$$

Obliczając z każdego równania układu (6) współczynnik "a" otrzymujemy:

$$a = \frac{1}{P_1' - \lambda_{śr}} = \frac{1}{P_2' - \lambda_{śr}} = \text{------} = \frac{1}{P_n' - \lambda_{śr}} \qquad (7)$$

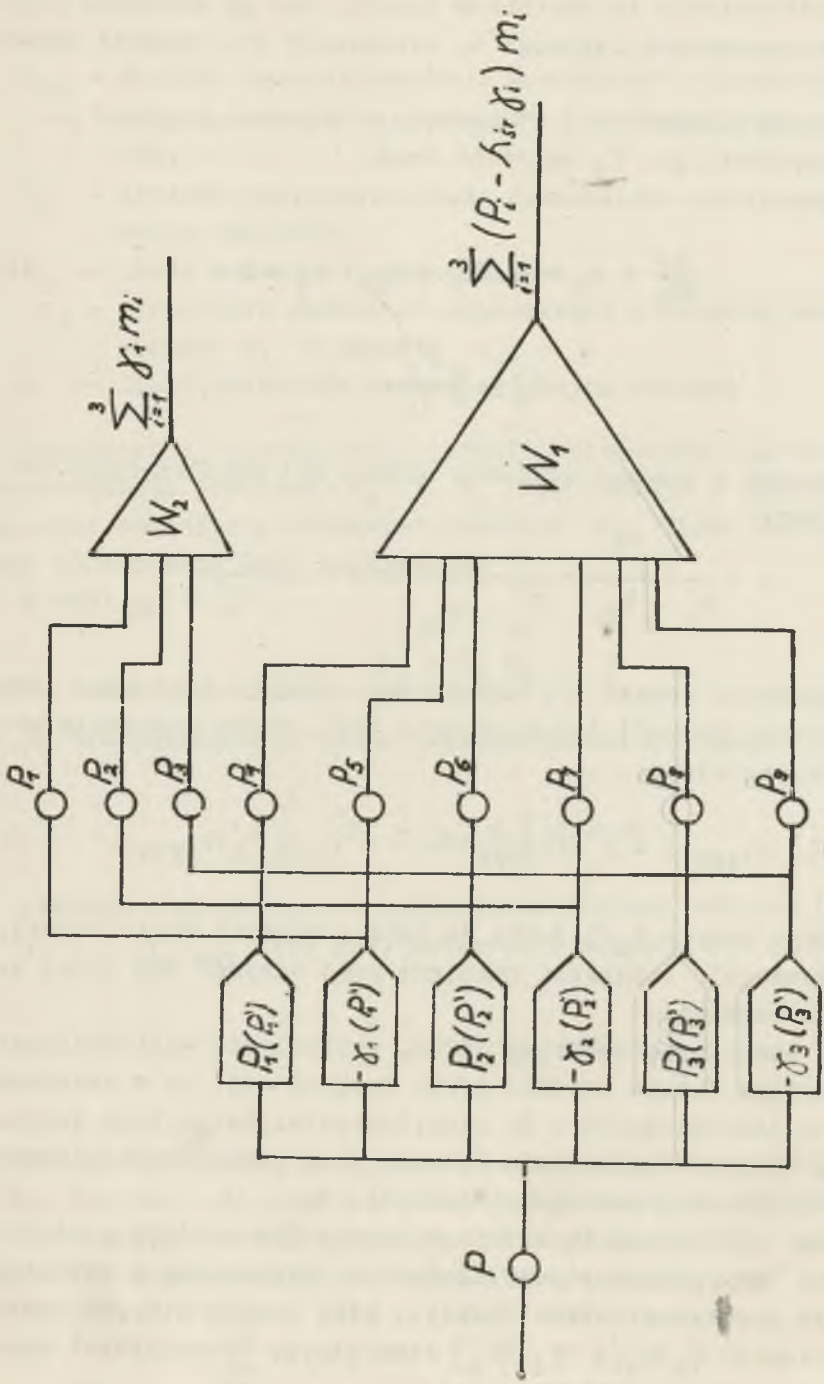
Na podstawie równań (7) otrzymujemy warunki konieczne istnienia ekstremum funkcji (4) w punkcie $\{\eta_i\}$, które przyjmują następującą postać:

$$P_1'(\eta_{1opt}) = P_2'(\eta_{2opt}) = \text{-------} = P_n'(\eta_{nopt}) \qquad (8)$$

Ponieważ krzywe $P_i(\eta_i)$ nie są dane w postaci analitycznej, więc sprawdzenie istnienia maksimum może odbywać się tylko na drodze rachunkowej.

Jak z powyższych rozważań widać, znalezienie ekstremalnego punktu wymaga dużego nakładu pracy rachunkowej, co w warunkach ruchowych jest niemożliwe do zrealizowania. Wobec tego proponuje się powyższe obliczenia wykonać przy pomocy specjalistycznej elektronicznej analogowej maszyny.

Schemat układu modelu elektronicznego dla zakładu o liczbie oddziałów n=3 pokazany jest na rys. 1. Składa się z sześciu diodowych przekształtników funkcji, przy pomocy których modelujemy krzywe $P_i(P_i'')$, $\eta_i(P_i')$ wzmacniaczy operacyjnych sumujących oraz potencjometrów.


$\sum_{i=1}^{3} \gamma_i m_i$
W_2
$\sum_{i=1}^{3} (P_i - \lambda_{ir} \gamma_i) m_i$
W_1
P_1
P_2
P_3
P_4
P_5
P_6
P_7
P_8
P_9
$P_1(P_1')$
$-\gamma_1(P_1')$
$P_2(P_2')$
$-\gamma_2(P_2')$
$P_3(P_3')$
$-\gamma_3(P_3')$
P

Rys. 1

Współczynniki modelowania P_1', P_2', P_3' są sobie równe.

Napięcia wejściowe, podawane na poszczególne przekształtniki funkcji, są równe, toteż modelowanie odbywa się przy zachowaniu warunku (8).

Nastawy potencjometrów oraz wzmocnienia wzmacniaczy muszą być tak dobrane, by modelowanie odbywało się z maksymalną dokładnością.

Napięcia wyjściowe w poszczególnych punktach modelu są proporcjonalne do wielkości pokazanych na rys. 1.

Przebieg znajdywania punktu optymalnego jest następujący: przeprowadzamy regulację potencjometrem P aż do chwili gdy nawyjściowe wzmacniacza W_1 będzie równe zeru.

Dla tak dobranego napięcia wejściowego na przekształtniku funkcji (regulacja potencjometru P) zachodzi warunek (3).

Szukane optymalne wartości γ_1, γ_2, γ_3 można odczytać na wyjściach odpowiednich przekształtników funkcji.

Przewidzianą ilość koncentratu można odczytać na wyjściu wzmacniacza W_2.

Za pomocą powyższego modelu można również znaleźć częściowe optymalne rozwiązanie, gdzie dla jednego lub dwóch oddziałów wartości γ_1, γ_2 są z góry ustalone, określić średnie zanieczyszczenie mieszaniny koncentratów o znanych krzywych wzbogacania, udział danej nadawy lub koncentratu, aby otrzymać mieszaninę o określonej wartości zanieczyszczenia.

Powyższy model można rozbudować dla $n > 3$ oddziałów technologicznych dołączając odpowiednią ilość wzmacniaczy i przekształtników funkcji.

ОПТИМАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА УГЛЯ И РУДЫ ПРИ ПОМОЩИ ЭЛЕКТРОНИЧЕСКОЙ АНАЛОГОВОЙ МОДЕЛИ

Р е з ю м е

Рассматривая обогатительный завод как параллельно работающие технологические отделы, исследовано возможности достижения наибольшего производства, учитывая условия работы всех завода.

Для быстрого определения оптимальных параметров в режиме работы, предложено построение специалистической аналоговой модели.

OPTYMALIZATION OF COAL AND ORE ENRICHMENT PLANT BY MEANS OF ELECTRONIC ANALOG MODEL

S u m m a r y

Considering the enrichment plant as the technological departments working in parallel, the possibility of maximum production achievements, taking into account working conditions of the whole plant - have been examined.

To find the optimal parameters in service conditions the construction of adequate analog model has been suggested.