

Małgorzata KOZDRÓJ-WEIGEL

AUTOMATYCZNE STEROWANIE FINALNĄ PRODUKCJĄ GÓRNICZĄ W KOPALNIACH RUD CYNKOWO-OŁOWIOWYCH

Streszczenie. W artykule omówiono działanie automatycznego spektrometru rentgenowskiego sprzężonego z komputerem oraz podano teoretyczne podstawy budowy algorytmu dla doboru alternatywnej strategii w sterowaniu jakością finalnej produkcji górniczej w kopalniach rud cynkowo-ołowiowych.

Podano również projekt systemu stabilizująco- optymalizującego w układzie zakładu wzbogacania flotacyjnego tych rud.

1. Wstęp

Działanie spektrometru rentgenowskiego opiera się na zjawisku emisji, polegającym na tym, że pierwiastki po odpowiednim wzbudzeniu emitują promieniowanie rentgenowskie, czyli fluoryzują, dając charakterystyczne, pozwalające na identyfikację widmo. Wykorzystanie tego zjawiska w praktyce daje możliwość szybkiej informacji o jakościowym przebiegu procesu utylizacji produkcji górniczej, co z kolei zezwala na sterowanie tym procesem. Spektrometry zautomatyzowane o ustalonym programie pracy pozwalają na ilościowe oznaczenie kilku, a nawet kilkunastu składników próbki w przeciągu 20 do 100 sekund.

2. Zasady działania spektroskopii

Podstawą spektroskopii oraz dyfrakcji rentgenowskiej jest równanie Bragga:

$$n\alpha = 2d \sin\theta,$$

gdzie:

α - długość fali promieniowania,

θ - kąt odbłyску i dyfrakcji promieni na kryształach,

n - rząd lub harmoniczne dyfrakcji,

d - odległość płaszczyzn sieciowych.

Z równania tego wynika, że kąt dyfrakcji θ promieni zależy od długości fali i to zjawisko wykorzystuje się do analizy widma, czyli do rozdzielania go na poszczególne fale monochromatyczne.

Rozszczepienie i pomiar wiązki fal o różnych długościach zachodzi w spektrometrze, którego zasadniczymi częściami składowymi są: kryształ analizujący, dedektor promieniowania oraz goniometr. Kryształ analizujący spełnia rolę pryzmatu lub siatki dyfrakcyjnej rozszczepiającego światło białe.

Wzbudzone promieniowanie charakterystyczne składników próbki pada na monokryształ analizujący o określonej wartości d odległości płaszczyzn sieciowych i ulega selektywnemu odbiciu interferencyjnemu na skutek tego, że promieniom o różnych długościach fal odpowiadają różne kąty odbłyску, zgodnie ze wzorem Bragga. Przez zmianę położenia kąta kryształu w stosunku do badanej wiązki selekcjonuje się więc promieniowanie o różnych długościach. Goniometrem zaopatrzonym w dedektor mierzy się kąty odbicia poszczególnych promieni, a jednocześnie za pomocą elektronicznych układów przeliczających dokonuje się pomiarów intensywności rozpatrywanych fal. Długości fal odpowiadające zmierzonym kątom, przeliczone według równania Bragga, znajdujemy w tabelach dla zastosowanego kryształu. Z kolei znalezione długości fal porównuje się ze znanymi długościami fal promieni charakterystycznych pierwiastków i określa się skład chemiczny.

3. Zastosowanie spektrometru rentgenowskiego w sterowaniu jakością produkcji górniczej

Automatyzacja procesu wzbogacenia rud jako jedna z dróg prowadzących do jak najekonomiczniejszego wykorzystania istniejących zasobów staje się coraz bardziej istotna dla przemysłu górniczego.

Zainstalowanie automatycznego spektrometru rentgenowskiego, które powinno być pierwszym etapem przy wprowadzeniu automatyzacji sterowania jakością w procesie produkcji górniczej, zapewni otrzymanie dokładnych danych o składzie pierwiastkowym (oraz niekiedy gęstości) wzbogacanego surowca w strategicznych punktach tego procesu. Za pomocą spektrometru rentgenowskiego analizować można skład zarówno cieczy, jak cząstek stałych.

W oprzyrządowaniu spektrometru rentgenowskiego wyróżnić można następujące systemy składowe:

- a) system pobierania prób,
- b) system spektrometru,
- c) system przetwarzania danych,
- d) wyposażenie wyjścia.

W zależności od typu i konkretnego zastosowania spektrometru poszczególne systemy mogą zawierać:

- a) - urządzenia do pobierania prób ze zbiorników,
 - wyposażenie do pompowania zawiesin do i z analizatora,
 - wyposażenie do wtórnego pobierania prób i doprowadzenia ich do analizatora,

- sondę służącą równocześnie do pobrania próby, pomiaru promieniotę-
żności i przetworzenia informacji na sygnały elektryczne,
 - system łożysk powietrznych,
 - mechanizm transportu próbki,
 - komorę próżniową.
- ad b) - spektrometr promieni X,
- elektronikę spektrometru,
- zasilanie promieni X,
- urządzenie rozdzielu mocy,
- system chłodzenia wodę.
- ad c) - procesor danych liczbowych,
- dalekopis,
- system interfacjalny (sprzężenia z obiektem),
- system software do obliczenia zawartości metalu oparty na matema-
tycznym modelu procesu fluorescencji,
- programy: nadzoru, alarmowy i wyjściowy.
- ad d) - drukarki,
- system interfacjalny,
- elektryczny lub pneumatyczny rejestrator interfacjalny,
- analogowy system sterowania.

Typowy układ analizatora rentgenowskiego przedstawiono w sposób schema-
tyczny na rysunku 1.

Opisany układ pozwala na otrzymanie dokładnych danych o koncentracjach
wybranych pierwiastków (dla jednego punktu pomiarowego można otrzymać dane
o koncentracjach 5-6 pierwiastków) oraz w przypadku analizowania cie-
czy gęstości pulpy.

Zakres nadających się do analizy pierwiastków obejmuje wszystkie o
liczbie atomowej ≥ 20 . Zakres koncentracji pojedynczego pierwiastka jest
praktycznie nieograniczony, sięga od 0,05% - 100%. Dokładność pomiaru,
szybkość i przejrzystość otrzymania wyników (w postaci wydruków) jak rów-
nież duże częstotliwości dokonywania pomiarów (co kilka minut) czynią au-
tomatyczny spektrometr rentgenowski narzędziem niezwykle przydatnym w ope-
ratywnym sterowaniu jakością produkcji górniczej.

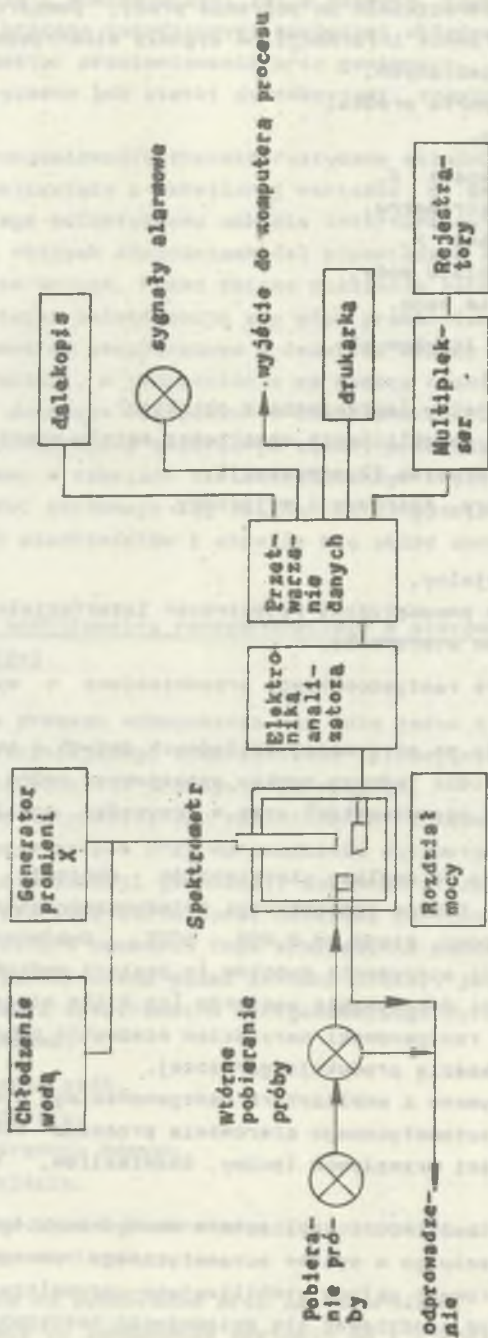
Dane wyjściowe otrzymane z analizatora rentgenowskiego wykorzystuje się
do bezpośredniego lub automatycznego sterowania procesem wzbogacania po-
przez ustalenie wielkości przepływów (pulpy, chemikaliów, wody, powie-
trza) i poziomów.

Pełne wykorzystanie możliwości analizatora rentgenowskiego może nastę-
pić jedynie przy włączeniu go w system automatycznego sterowania poprzez
podłączenie do komputerowego układu stabilizująco- optymalizującego.

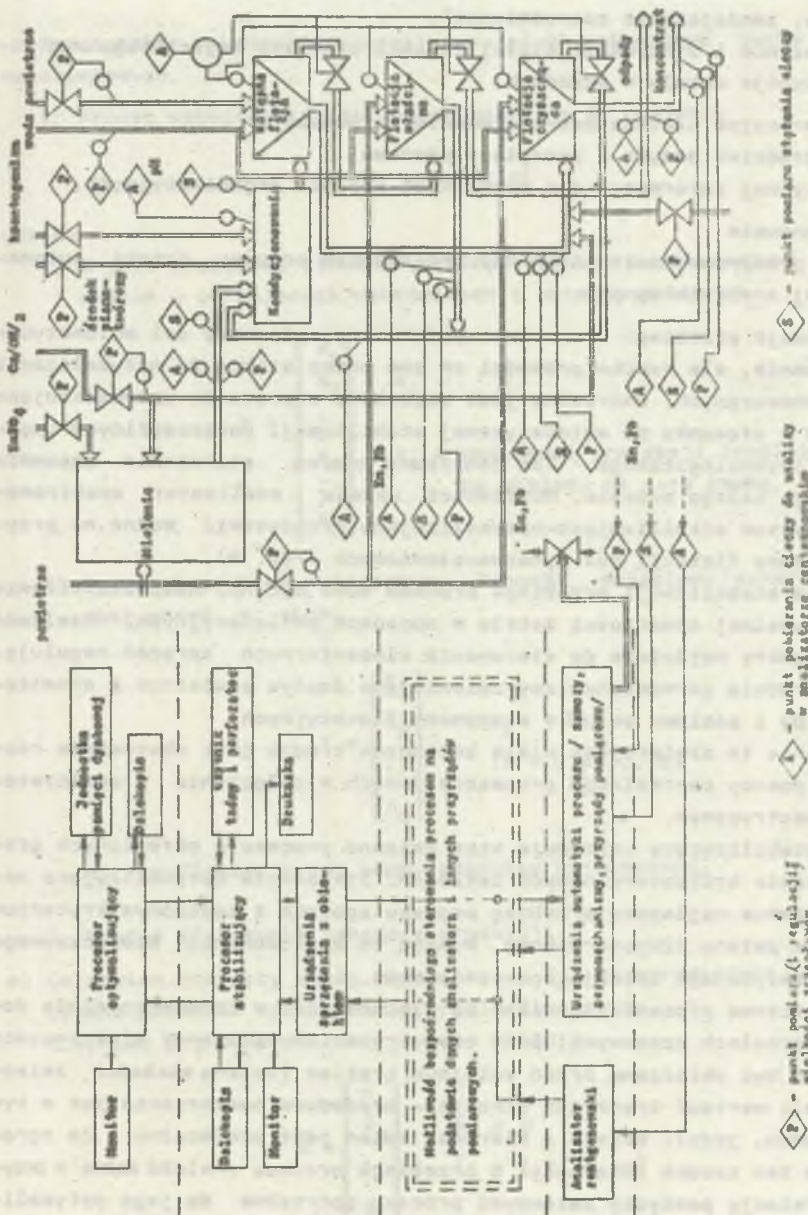
W tym przypadku można spodziewać się osiągnięcia następujących celów:

a) cele ekonomiczne:

- wyższe ekstrakcje metalu z rud,



Rys. 1. Układ analizatora rentgenowskiego (system pobierania prób w przypadku analizowania cieczy, pozosta-
 że systemy w układzie typowym)



Rys. 2. System stabilizująco-ooptymalizujący w układzie zakładu wzbogacania flotacyjnego rud cynkowo-olowiowych

- zwiększenie wydajności procesu wzbogacania,
 - oszczędność w kosztach bieżących (zmniejszenie zużycia energii, reagentów, zmniejszenie zatrudnienia),
 - polepszenie i utrzymanie stałej jakości produktu wyjściowego oraz minimalizację metalu w odpadach,
- b) cele operacyjne ułatwiające sterowanie za pomocą:
- bezpośrednich danych z przebiegu procesu,
 - selektywnej informacji dla wszystkich komórek organizacyjnych,
- c) cele poznawcze:
- łatwe przeprowadzenie badań nad przebiegiem procesu dzięki automatycznej analizie danych.

Stabilizacja przebiegu procesu to podstawowy, pierwszy cel automatycznego sterowania, ale rzadko prowadzi on sam przez siebie do optymalizacji efektów ekonomicznych. Potrzebne jest dodatkowo sterowanie optymalizujące - nadrzędne w stosunku do automatycznej stabilizacji poszczególnych części procesu technologicznego. Ten dodatkowy poziom sterowania zapewnia optymalizację całego procesu. Możliwości układu analizator spektrometryczny - system stabilizująco-optymalizujący przedstawić można na przykładzie procesu flotacji rud cynkowo-ołowiowych (rys. 2).

Kryterium stabilizacji przebiegu procesu może być np. nieprzekraczanie pewnej maksymalnej zawartości metalu w odpadach poflotacyjnych. Wielkość ta ustala punkty wyjściowe do sterowania elementarnych sprzężeń regulujących bezpośrednio serwo mechanizmy zmieniające dopływ powietrza i chemikaliów do pulpy i poziomu pulpy w maszynach flotacyjnych.

Zagadnienie to zawierające wiele zmiennych trudno jest skutecznie rozwiązać bez pomocy centralnego procesora danych w połączeniu z analizatorem spektrometrycznym.

System stabilizujący utrzymuje więc zmienne procesu w określonych granicach w czasie krótkoterminowych zakłóceń. Sterowanie optymalizujące natomiast zapewnia najlepszy przebieg procesu zgodnie z założonym kryterium w reakcji na zmiany długoterminowe. Wymaga to zastosowania kompleksowego modelu matematycznego opisującego ten proces.

Główne zmienne procesu zmieniane są nieznacznie w konwencjonalnie dobranych interwałach czasowych, przy czym kryterium założonej efektywności procesu może być obliczane przed kolejnym krokiem (zmianą wielkości zmiennych). Jeżeli wartość kryterium wzrasta - procedura powtarzania jest w tym samym kierunku, jeżeli maleje - kierunek zmian jest odwracalny. Ze zgromadzonych w ten sposób informacji o przebiegu procesu znaleźć można w przyszłości korelację pomiędzy zmiennymi procesu potrzebne do jego optymalizacji.

Na rys. 2 przedstawiono projekt konfiguracji systemu stabilizująco-optymalizującego w układzie typowego zakładu wzbogacania flotacyjnego rud cynkowo-ołowiowych. System ten można osiągnąć poprzez zastosowanie poniżej przedstawionego algorytmu.

4. Algorytm postępowania przy sterowaniu jakością finalnej produkcji zakładu wzbogacania flotacyjnego rud cynkowo-olowiowych

Podać zbiór wskaźników charakteryzujących jakościowe cechy rud cynkowo-olowiowych.

1. Proces wzbogacania jest pewną operacją \mathcal{L} postaci:

$$x = \mathcal{L} [z, \theta]$$

gdzie:

1) x jest produktem finalnym, który może być przedstawiony za pomocą n -cech o określonych wskaźnikach i opisany wektorem

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad x_1 = 0$$

$x_1 =$ wadliwość produkcji finalnej ze względu na 1-tą cechę.

2) z jest produktem wejściowym. Produkt wejściowy scharakteryzowany jest przez q cech:

$$z = \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_q \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} z_1 = 0 \\ (i = 1, 2, \dots, q) \end{matrix}$$

$z_1 =$ wadliwość 1-tej cechy produktu wejściowego.

2. System sterowania jakością produkcji

a) Co pewien przyjęty stały okres czasu T_c przeprowadzona jest statystyczna kontrola wskaźników produktu finalnego.

W wyniku tej kontroli otrzymujemy wektor:

$$\hat{x} = \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \vdots \\ \hat{x}_n \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \hat{x}_1 \geq 0 \\ (i = 1, 2, \dots, n) \end{matrix} \quad (a)$$

który jest oszacowaniem wektora x . Oczywiście

$$\hat{x} = x + b,$$

gdzie:

b - błąd z kontroli.

b) Określa się przyczyny i udziały przyczyn w produkcji finalnej.

Załóżmy, że wskazano m przyczyn powodujących wadliwość w produkcji finalnej. Udziały przyczyn tej wadliwości określone są przez składowe wektora

$$V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_m \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} v_i > 0 \\ (i = 1, 2, \dots, m) \end{array} \quad (b)$$

Wyniki badań możemy przedstawić w postaci równania mierzowego

$$V = A \cdot \hat{X} + B \quad (b')$$

(B = błąd diagnostyki) lub

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ v_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & \dots & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & \dots & a_{ik} & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & \dots & a_{m,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \hat{x}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \hat{x}_n \end{bmatrix}$$

Elementy macierzy a_{ik} określają udział wadliwości produkcji finalnej i -tą przyczyną ze względu na k -tą cechę. Dla usunięcia lub zmniejszenia efektów przyczyn powodujących wadliwość produktu finalnego podejmuje się pewne działania. Oznaczmy przez K_1 wektor działań skierowanych na jakość produktów wejściowych. Przez K_2 oznaczamy wektor działań skierowanych bezpośrednio na proces produkcyjny. Wówczas wektor $D = K_1 + K_2$ jest wektorem sterującym. Wektor sterujący D możemy przedstawić w postaci:

$$D = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \cdot \\ d_i \\ \cdot \\ \cdot \\ d_m \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} d_i > 0 \\ (i = 1, 2, \dots, m) \end{array}$$

Składowe d_1 wektora D określają działanie skierowane na i -tą przyczynę. Każde składowe d_1 zależy od czasu T_1 wdrożenia i -tego działania oraz od efektu U_1 i -tego działania. Zarówno czas T_1 , jak i efekt U_1 są realizacjami zmiennych losowych (T, U) . (c)

Wektor sterowania jest zmienną losową postaci:

$$D = D [T, U].$$

Wdrożenie i -tego działania następuje po i -tej kontroli, czyli w czasie

$$T_w = T_c \cdot i + T_1$$

Istnieje zawsze taka najmniejsza liczba całkowita g , że

$$T_c(g-1) < T_w \leq T_c \cdot g.$$

Efekt działania po i -tej kontroli jest miarą poprawy jakości produktów finalnych

$$U^{(i)} = U [\hat{x}^{(i)} - \hat{x}^{(g)}] \quad (d)$$

(Uwaga: wektorki górne oznaczają kontrolę, np. i -tą kontrolę).

Uwzględniając (d) wektor sterowań przyjmuje postać:

$$D^{(i, g)} = D [T_w, U^{(i)}] \quad (e)$$

i przedstawia działanie opracowane po i -tej kontroli z uwzględnieniem g pierwszej kontroli, w której ujawni się efekt tego działania.

Wprowadzając wektor sterowania (e) proces produkcyjny przedstawimy w postaci:

$$x^{(p)} = \mathcal{L} [x^{(p-1)}, D^{(1, p)}, D^{(2, p)}, \dots, D^{(p-1, p)}, \theta]$$

Zwrócimy uwagę, że między \hat{x} i v zależność jest liniowa (b'). Błędy kontroli b oraz błędy diagnostyki B są z reguły małe, możemy je pominąć. Wówczas działanie systemu sterowanie jakością można przedstawić w postaci:

$$v^{(p)} = \mathcal{L} [v^{(p-1)}, D^{(1, p)}, D^{(2, p)}, \dots, D^{(p-1, p)}, \theta]$$

Dla określenia operatora \mathcal{L} zakładamy, że strumień występowania wadliwości ze względu na każdą przyczynę ma rozkład dwupunktowy. Zbiór zmiennych losowych $v(t)$ dla różnych wartości czasu t jest procesem stocha-

stycznym $\{v(t)\}$. Stosujemy alternatywną klasyfikację wzbogacania na dobrą i wadliwą. Dobra, gdy zawartość metali w odpadach jest równa lub mniejsza od założonej, zaś wadliwa, gdy jest odwrotnie.

Proces stochastyczny $\{v(t)\}$ występowania wadliwości określamy w następujący sposób:

$$v(t) = \begin{cases} 0, & \text{gdy produkcja nie ma wadliwości,} \\ a, & \text{gdy produkcja jest wadliwa.} \end{cases}$$

Zakładamy przy tym, że $a > 0$. Przy założeniu, że $p(0) = 0$, przyjmujemy:

$$P\{v(t) = a\} = p(t) \quad P\{v(t) = 0\} = 1 - p(t).$$

Zaobserwowaną w próbce częstość hipotetycznych wadliwości oznaczymy przez $h(t)$

$$p(t) = \frac{k}{n} = h(t)$$

(n = liczebność próbki, k = zaobserwowana w próbce liczba powtórzeń zdarzenia $v(t) = a$, czyli liczebność w próbce produktów wadliwych).

Wartość oczekiwana

$$m(t) = \bar{v}(t) = a h(t).$$

Odchylenie średnie

$$s(t) = s(t) = a \sqrt{h(t) [1 - h(t)]}.$$

Przy dużych liczebnościach badanych próbek n rozkład ten może zdążyć do rozkładu Poiseona, gdy $p(t)$ będzie wartością bardzo małą.

Oznaczmy $m(t)$ krótko przez m .

Efekt działania wektora $U^{(1)}$ wyraża się zmienną wektora $\Phi^{(1)}$, gdzie

$$\Phi^{(s)} = \begin{bmatrix} m_1^{(s)} \\ m_2^{(s)} \\ \vdots \\ m_m^{(s)} \end{bmatrix}$$

Uwaga: s -ta kontrola, $(1, 2, \dots, m)$ = wskaźniki przycz...

Przyjmujemy współczynniki efektywności 1-tęgo działania

$$a_{11}^{(s)} = \frac{u_{11}^{(s)}}{a_1^{(s)}} \quad (f)$$

Jeżeli przez u_{1j} oznaczymy uboczny efekt działania skierowanego na j-tą przyczynę 1 na intensywność występowania wadliwości z powodu 1-tej przyczyny, to efektywność działań ubocznych wyraża się przez

$$a_{1j}^{(s)} = \frac{u_{1j}^{(s)}}{a_1^{(s)}} \quad (f')$$

Przyjmujemy wektor $\tau^{(1,s)} = \{\tau_1^{(1,s)}, \tau_2^{(1,s)}, \dots, \tau_m^{(1,s)}\}$ taki, którego składowe określamy w następujący sposób:

$$\tau_1^{(1,s)} = \begin{cases} 1, & \text{gdy } T_c^{(s-1)} < T_w < T_c \cdot s, \\ 0, & \text{w pozostałych przypadkach.} \end{cases}$$

Czasy wdrożeń $T_1^{(s)}$ są zmiennymi losowymi o pewnym rozkładzie prawdopodobieństwa.

Przez $U_1^{(1)}$ rozumiemy efekt działania opracowanego po 1-tej kontroli oraz skierowanego na 1-tą przyczynę występowania wadliwości produkcji finalnej.

Efekt działania skierowanego na j-tą przyczynę 1 na intensywność występowania wadliwości z powodu 1-tej przyczyny oznaczamy przez u_{1j} , są to składowe wektora $U_1^{(1)}$

$$U_1^{(1)} = \begin{bmatrix} u_{11}^{(1)} \\ u_{21}^{(1)} \\ \vdots \\ u_{m,1}^{(1)} \end{bmatrix}$$

$U^{(1)}$ - efekt działań skierowanych na wszystkie przyczyny występowania wadliwości opracowanych po 1-tej kontroli wyraża się tablicą kwadratową

$$U^{(1)} = \begin{bmatrix} u_{11}^{(1)} & u_{12}^{(1)} & \dots & u_{1n}^{(1)} \\ u_{21}^{(1)} & u_{22}^{(1)} & \dots & u_{2n}^{(1)} \\ u_{31}^{(1)} & u_{32}^{(1)} & \dots & u_{3n}^{(1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{m1}^{(1)} & \dots & \dots & u_{m,n}^{(1)} \end{bmatrix}$$

Wektor sterujący przyjmuje postać:

$$D(1,s) = U^{(1)} T(1,s)$$

W chwilach, w których są wdrażane sterowania, przyjmują wartości efektu działania $U^{(1)}$. W pozostałych chwilach mają wartość równą zero.

Elementy macierzy $U^{(1)}$ możemy przedstawić w postaci iloczynów zgodnie z (f) i (f')

$$u_{11}^{(1)} = a_{11}^{(s)} a_1^{(s)} \quad 0 < a_{11}^{(s)} < 1$$

$$u_{j1}^{(1)} = a_{j1}^{(s)} a_1^{(s)} \quad \text{gdy } j \neq 1 \quad a_{j1}^{(s)} < 0$$

Zgodnie z uwagą (c) czasy wdrożeń $T_1^{(s)}$ i efekty $U_1^{(s)}$ są zmiennymi losowymi. Zakłada się, że zmienne te podlegają rozkładowi normalnemu.

Dla zmiennej $T_1^{(s)}$ otrzymujemy $N(\tau_1^{(s)}, \sigma_1^{(s)})$. Dla zmiennej losowej $U_1^{(s)}$ zamiast losowych wartości $u_{j1}^{(s)}$ można generować wartości $a_{j1}^{(s)}$. Wówczas rozkład normalny $N(a_{j1}^{(s)}, s_{j1}^{(s)})$.

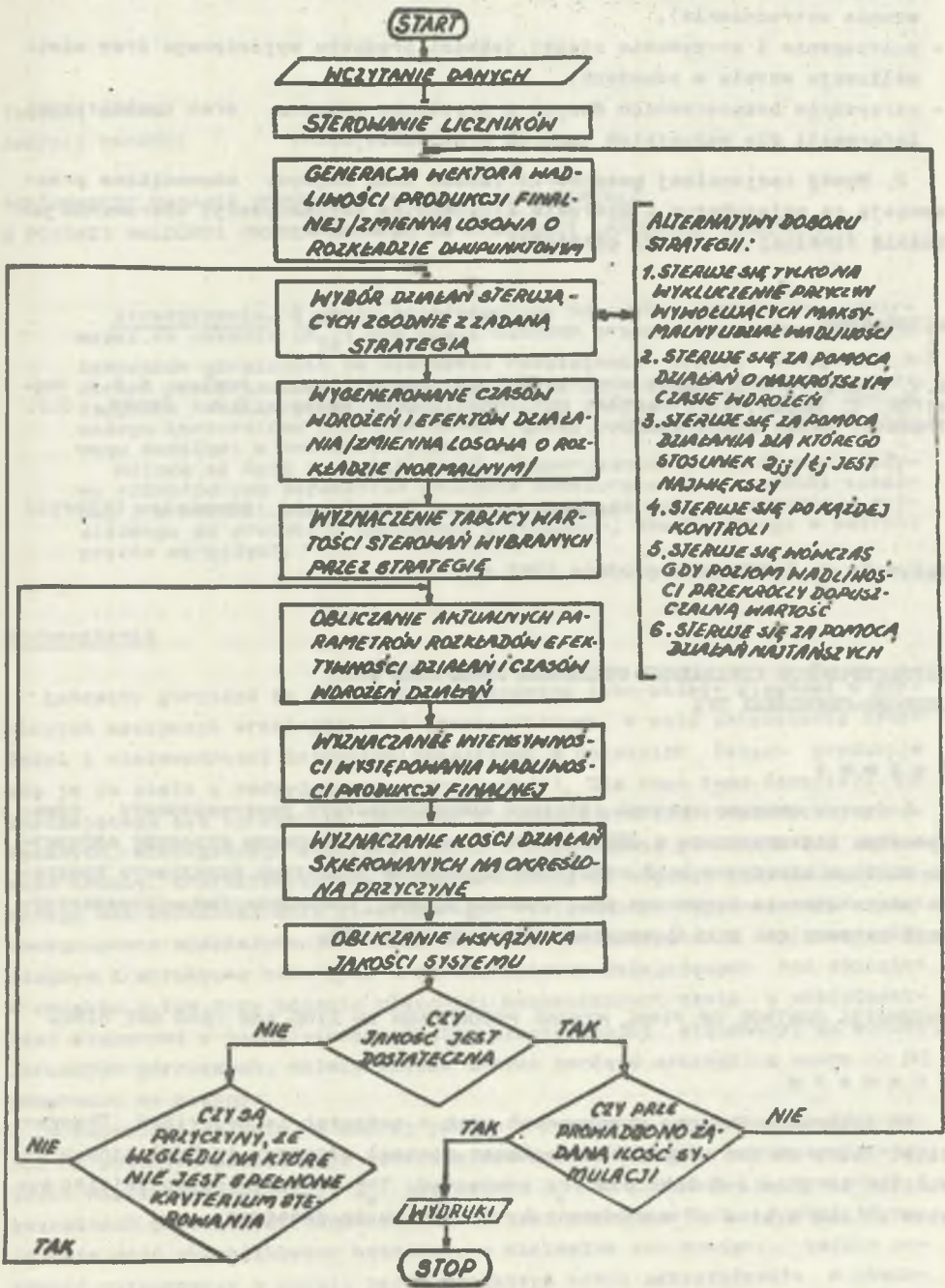
Ponieważ w chwili $s \cdot T_c$ mogą być wdrażane działania opracowane w różnych chwilach, równanie sterowania przyjmuje postać:

$$\Phi^{(s+1)} = \Phi^{(s)} + \sum_{i=1}^s U^{(i)} \cdot T(1,s+1).$$

5. Wnioski

1. Zastosowanie automatycznego spektrometru rentgenowskiego w sterowaniu jakością finalnej produkcji górniczej stwarza możliwości szybkiego otrzymania danych o przebiegu procesu, co łączy się z uzyskaniem odpowiednich efektów, takich jak:

- wyższe ekstrakcje metalu z rud,
- zwiększenie wydajności procesu wzbogacania,



ALTERNATYWY DOBORU STRATEGII:

1. STERUJE SIĘ TYLKO NA WYKLUCZENIE PRZYCZYNY WYSTĘPUJĄCYCH MAKSYMALNY UDZIAŁ WADLIWOŚCI
2. STERUJE SIĘ ZA POMOCĄ DZIAŁAŃ O NAJKRÓTSZYM CZASIE WDRÓŻEN
3. STERUJE SIĘ ZA POMOCĄ DZIAŁAŃ DLA KTÓREGO STOSUNEK $2j_i / t_j$ JEST NAJMEJSZY
4. STERUJE SIĘ PO KĄDZEJ KONTROLI
5. STERUJE SIĘ WÓWCZAS GDY POZIOM WADLIWOŚCI PRZEKROCYŁA DOPUSZCZALNĄ WARTOŚĆ
6. STERUJE SIĘ ZA POMOCĄ DZIAŁAŃ NAJTAŃSZYCH

- oszczędność w kosztach bieżących (zaniejżenie zużycia reagentów, zaniejżenie zatrudnienia),
- polepszenie i utrzymanie stałej jakości produktu wyjściowego oraz minimalizacja metalu w odpadach,
- otrzymanie bezpośrednich danych z przebiegu procesu oraz selektywnej informacji dla wszystkich komórek organizacyjnych.

2. Wymóg racjonalnej gospodarki złożem oraz względy ekonomiczne przemawiają za najezybyszym i szerokim stosowaniem automatyzacji sterowania jakością finalnej produkcji górniczej.

LITERATURA

L.V. Azaroff, W.L. Baun, P.E. Best, J.R. Cuthill, C.S. Fadley, S.B.M. Hegström, L. Hedin, R.P. Madden, D.J. Nagel, D.M. Pease, G.A. Rooks, J.S. Thomsen: X-Ray Spectroscopy, 1974.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Stanisław CIERPISZ

Wpłynęło do Redakcji w grudniu 1982 r.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ФИНАЛЬНЫМ ПРОДУКТОМ ШАХТ ЦИНКОВО-СВИНЦОВЫХ РУД

Резюме

В статье описано принцип действия автоматического рентгеновского спектрометра подключенного к ЭВМ а также теоретические основы строения алгоритма подбора альтернативной стратегии управления качеством финального продукта шахты цинково-свинцовых руд. Описано проект стабилизирующе-оптимизирующей системы для цеха флотационного обогащения руд.

AUTOMATIC CONTROL OF FINAL MINING PRODUCTION IN ZINC AND LEAD ORE MINES

Summary

An automatic Rentgen spectograph with a computer is described. Theoretical bases of the algorithm to choose control strategy in final mine production in zinc and lead ore are presented. The stabilizing, optimizing system in the system of enrichment by flotation is designed.