

Krystian KALINOWSKI, Florian KRASUCKI

WYBÓR FUNKCJI IDENTYFIKUJĄCEJ NADAWĘ
DLA AUTOMATYCZNEGO STEROWANIA PROCESEM WZBOGACANIA WĘGLA

Streszczenie. W pracy zaproponowano przyjęcie odpowiednich funkcji jako "klasyfikatorów" umożliwiających identyfikację nadawy. Problem przedstawiono na przykładzie identyfikacji, z jakiego pokładu węgla pochodzi nadawa - w wyniku analizy zaproponowanych klasyfikatorów obliczonych na podstawie pomiarów podstawowych parametrów procesu wzbogacania. Ustalono wymagania i podano postać funkcyjną klasyfikatorów, charakteryzujących się największą czułością.

1. Wstęp

Jednym z podstawowych problemów rozpoznawania sytuacji technologicznych w optymalizacji procesu wzbogacania węgla jest bieżąca identyfikacja właściwości nadawy.

Zakładamy, że będą wyznaczane następujące cztery podstawowe parametry, charakteryzujące proces wzbogacania:

- A - zawartość substancji palnej w nadawie,
- B - zawartość substancji palnej w koncentracie,
- C - udział koncentratu o określonej jakości w nadawie,
- D - zawartość substancji palnej w odpadach.

Można utworzyć określony zbiór funkcji tych parametrów: $F(A,B,C,D)$. Uwzględniając współzależność właściwości produktów wzbogacania i nadawy, funkcje te przyjmujemy jako identyfikujące nadawę ("klasyfikatory").

Przyjmując, że optymalne nastawy wzbogacalników zależą od pokładu, z którego pochodzi nadawa [1,2], istotę problemu przedstawimy na przykładzie wyboru "klasyfikatorów" do identyfikacji pokładów w KWK "Knurów".

2. Wymagania stawiane funkcji identyfikującej

Wybrana funkcja identyfikacji $F(A,B,C,D)$ powinna umożliwiać w miarę jednoznaczne ustalenie cech nadawy. W przypadku gdy celem rozpoznawania jest określenie pokładu węgla, z którego pochodzi nadawa, warunek jednoznaczności będzie tym lepiej spełniony, im większe będą różnice między średnimi wartościami funkcji identyfikujących ("klasyfikatorów") F , obliczonych dla różnych pokładów. Zakresy zmian wartości klasyfikatorów nie powinny się pokrywać.

Podobnie jak w pracy [4] czułość c_j klasyfikatora F_j określimy stosunkiem pierwiastka kwadratowego wariancji S_j^2 do modułu wartości przeciętnej, otrzymanego w wyniku obliczeń dla każdego pokładu.

$$c_j = \frac{\sqrt{S_j^2}}{|F_j|} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (F_{ji} - \bar{F}_j)^2}}{\sqrt{N} |F_j|}$$

gdzie:

$$\bar{F}_j = \frac{\sum_{i=1}^N F_{ji}}{N} - \text{wartość średnia } j\text{-tego klasyfikatora dla } N \text{ pokładów,}$$

F_{ji} - wartość j -tego klasyfikatora dla i -tego pokładu,

N - liczba identyfikowanych pokładów.

Wybrany klasyfikator powinien charakteryzować się dużą czułością i być łatwy do wyznaczenia (jego postać funkcyjna powinna zawierać małą liczbę mierzonych parametrów).

3. Wyznaczanie wartości funkcji identyfikującej na podstawie pomiarów parametrów nadawy i produktów wzbogacania

Wartości "klasyfikatorów" w systemie automatycznego sterowania wyznaczać może maszyna cyfrowa w oparciu o wyniki pomiarów zapopielenia i strumienia nadawy oraz zapopielenia i strumienia produktów wyjściowych. Pomiarzy tych wielkości wystarczą do wyznaczenia podstawowych parametrów procesu wzbogacania (λ, B, C, D).

Przyjmując, że wielkości mierzone są przebiegami stochastycznymi, a tylko w pewnych przedziałach czasowych mają charakter stacjonarny, wyznaczone parametry procesu wzbogacania oraz obliczone wartości klasyfikatorów mają charakter również stochastyczny. Wynika więc problem uśredniania wyników (chwilowych wartości klasyfikatorów).

Wyznaczenie wartości klasyfikatora przez bezpośrednie zastosowanie działań arytmetycznych, tj. przez dodanie wszystkich wartości a następnie podzielenie sumy przez ilość składników, jest niecelowe. Przy takim postępowaniu nie ujawni się odstępstwa od stacjonarności przebiegu.

Wydaje się, że lepszą metodą uśredniania jest podanie chwilowych wartości klasyfikatorów na cyfrowy filtr dolnoprzepustowy. Sposób ten ma taką zaletę, że wykrywa ewentualne niestacjonarności, a więc pozwala uchwycić zmiany średniej wartości klasyfikatora - czyli zmiany własności nadawy (pokładu).

Kolejne uśrednione wartości klasyfikatora $\bar{F}_j(n)$ można obliczyć według [3] następującego wzoru:

$$\bar{F}_j(n) = \frac{\bar{F}_j(n-1) + \frac{\Delta t}{T} F_j(n)}{1 + \frac{\Delta t}{T}}$$

gdzie:

 Δt - okres pomiaru, T - stała czasowa filtra, $F_j(n)$ - chwilowa wartość j -tego klasyfikatora w n -tym kroku uśredniania.**4. Przykład obliczania i analiza czułości klasyfikatorów**

Wykonano obliczenia dla określonego wcześniej zbioru 80 "klasyfikatorów". Postać funkcyjną niektórych z nich przedstawiono przykładowo w tabelicy 1. Analizę przeprowadzono dla dwóch klas ziarnowych 250 ± 10 mm oraz $10 \pm 0,5$ mm. Wybrane wyniki obliczeń przedstawiono w tablicach 2 i 3.

Tabela 1

Przykłady analizowanych klasyfikatorów

Lp. (nr klasyfikatora)	Postać funkcyjna klasyfikatora
1	B
2	$\frac{A(B-A)}{A-CB}$
3	$-\ln B + \frac{CB}{A} \ln B + (1 - \frac{CB}{A}) \ln D$
4	$\frac{C}{1-A} \frac{B}{1-A} \frac{B-1+A}{1-A}$
5	$\frac{C(1-A-B)^2}{(1-C)(1-A)A}$
6	$(1-A) \frac{1-A-B}{D} \frac{1}{C}$
7	$\frac{C}{1-A} \frac{B}{1-A} (1 - \frac{C(1-B)}{A})$
8	$(1-A) \frac{(B-1-A)}{1-A-CB}$
9	$1g \frac{1-A}{1-A-CB} / 1g \frac{A}{A-C+B}$
10	$\frac{C(A-1+B)^2}{(1-C)(1-A)A}$
11	$\frac{C(1-B)}{A} (1 - \frac{CB}{1-A})$
12	$1g \frac{A}{A-C(1-B)} / 1g \frac{1-A}{1-A-C+C(1-B)}$

Tablica 2

Klasyfikatory o najmniejszej i największej czułości dla klasy 250 \pm 10 mm

nr i c_j \ δ	1.3	1.35	1.4	1.5	1.6	1.8	2
c_{jmin}	1 0.0057	1 0.0095	1 0.0095	1 0.0096	1 0.0095	1 0.0057	1 0.036
c_{jmax}	3 2.57	9 2.32	7 2.11	7 2.34	12 2.69	12 4.14	10 14.07
	12 4.24	8 3.38	9 2.81	12 4.21	9 6.23	6 6.39	9 9.21
	8 4.58	12 6.76	12 2.98	9 4.35	8 19.9	9 6.984	12 55.09

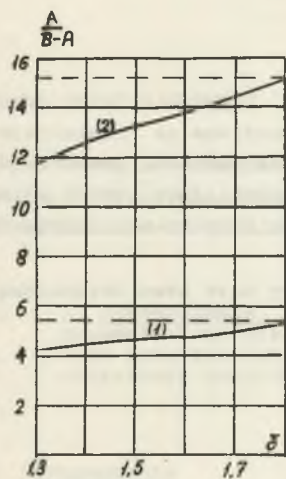
Tablica 3

Klasyfikatory o najmniejszej i największej czułości dla klasy ziarnowej 10 \pm 0,5 mm

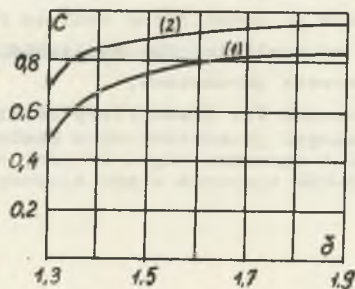
nr i c_j \ δ	1.3	1.35	1.4	1.45	1.5	1.6	1.7	1.8
c_{jmin}	1 0,0055	1 0.0058	1 0.0069	1 0.0069	1 0.0119	1 0.0111	1 0.0126	1
c_{jmax}	8 2.06	10 0.97	10 0.89	10 0.88	10 0.947	4 0.931	10 0.98	10 1.17
	9 4.89	5 0.97	4 0.96	4 0.94	4 0.97	2 1.62	2 2.56	2 1.93
	12 33.10	4 0.999	2 1.05	2 1.78	2 2.833	3 20.03	3 3.874	3 2.114

Jak widać, w klasie ziarnowej 250 \pm 10 mm największą czułością charakteryzują się klasyfikatory oznaczone numerami 8,9,12, natomiast w klasie ziarnowej 10 \pm 0,5 mm klasyfikatory: 2,3,12. Najmniej czuły w obu klasach ziarnowych okazał się klasyfikator nr 1.

Na rys. 1 i 2 przedstawiono zależności bardzo prostych klasyfikatorów w funkcji ciężaru właściwego rozdziału δ dla dwóch pokładów węgla (1,2). Klasyfikator podany na rys. 1 ma tę własność, że zakres jego zmian dla jednego pokładu nie pokrywa się z zakresem jego zmian dla drugiego pokładu.



Rys. 1



Rys. 2

LITERATURA

- [1] Kalinowski K., Krasucki F.: Niektóre problemy optymalnego sterowania w zakładach wzbogacania węgla. Sympozjum nt. "Sterowanie optymalne procesami technologicznymi w górnictwie". PAN-GIG, SITG, Ustroń 1974.
- [2] Kalinowski K., Krasucki F.: Zastosowanie maszyny cyfrowej do optymalizacji wzbogacania węgla w cieczach ciężkich. Sympozjum nt.: Zastosowanie maszyn matematycznych w górnictwie. PAN-ZKMPW-SITG, Nowa Ruda 1975.
- [3] Kochenburger R.J.: Modelowanie układów dynamicznych. WNT, Warszawa 1975.
- [4] Krasucki F., Kalinowski K.: Optymalny wybór kryteriów oceny procesu wzbogacania węgla dla systemu automatycznego sterowania. Projekty Problemy - Budownictwo Węglowe 1975, nr 9.

ПОДБОР ФУНКЦИИ ИДЕНТИФИЦИРУЮЩЕЙ ИСХОДНОЕ ПИТАНИЕ
 ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ БОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

Резюме

В работе предлагается принятие соответствующих функций, как "классификаторов" дающих возможность идентификации исходного питания. Проблема представлена на примере идентификации из какого угольного пласта происходит исходное питание - в результате анализа предложенных классификаторов вычисленных на основании измерений основных параметров процесса обогащения. Определены требования и дается функциональная форма классификаторов, характеризующихся наибольшей чувствительностью.

A FUNCTION CHOICE TO IDENTIFY MATERIAL FED FOR
AUTOMATIC CONTROLLING OF COAL ENRICHMENT

S u m m a r y

The paper proposes the admission of adequate functions as "classifiers" enabling identification of material fed. The problem had been presented on the basis of identifying coal as from which bed it originates, i.e. in the result of analysing the suggested classifiers calculated from basic enrichment process parameters.

Requirements for classifiers of highest sensitivity have been determined.

Classifier	Function	Formula	Units	Remarks
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10