

Stanisław CIERPISZ, Joachim PIELOT  
Politechnika Śląska, Gliwice

## ANALIZA WPLYWU ZMIAN PARAMETRÓW NADAWY ORAZ GĘSTOŚCI CIECZY CIĘŻKICH NA UZYSKIWANE EFEKTY EKONOMICZNE WZBOGACANIA

**Streszczenie.** W referacie przedstawiono prognozy wartości produkcji uzyskiwanej z trójproduktowego wzbogalnika zawieszinowego dla 20 zmian roboczych zakładu przerobczego. Analizy zostały dokonane w warunkach zmiennych parametrów nadawy i dla zmierzonych co 1 minutę gęstości cieczy ciężkich.

## ANALYSIS OF COAL WASHING EFFECTS AT DIFFERENT RAW COAL CHARACTERISTIC AND DIFFERENT SEPARATION DENSITIES

**Summary.** The evaluation of yields and ash contents of three products for the heavy media washer for twenty working shifts in the coal preparation plant is presented in the paper. Analysis have been performed at varying characteristic of the feed and for varying heavy media densities measured every 1 minute. The value of products has been calculated for various combinations of feed parameters and densities of separation.

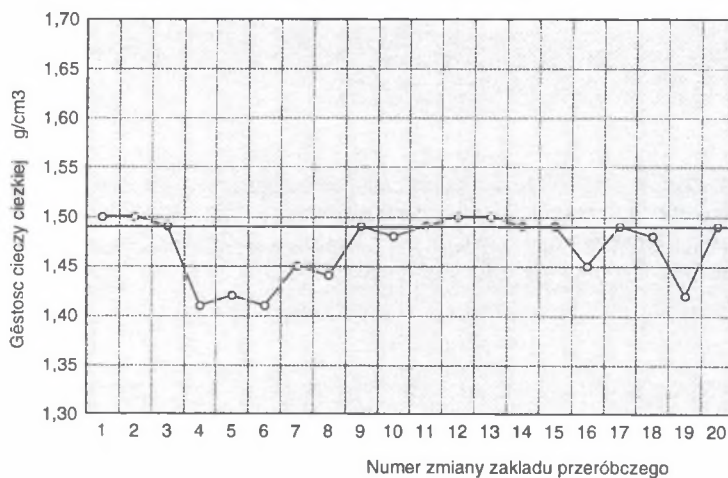
### 1. Wstęp

W artykule [3] przedstawione są analizy ilościowo-jakościowe produktów wzbogacania otrzymane na podstawie prognoz symulacyjnych pracy trójproduktowego wzbogalnika zawieszinowego w ciągu 20 zmian roboczych zakładu przerobczego. Prognozy te zostały dokonane w warunkach zmiennej charakterystyki wzbogalności nadawy (ale stałej dla każdej zmiany) oraz mierzonych co 1 minutę gęstości cieczy ciężkich. W niniejszym referacie zostaną dokonane analizy wartości produkcji dla wszystkich zmian roboczych.

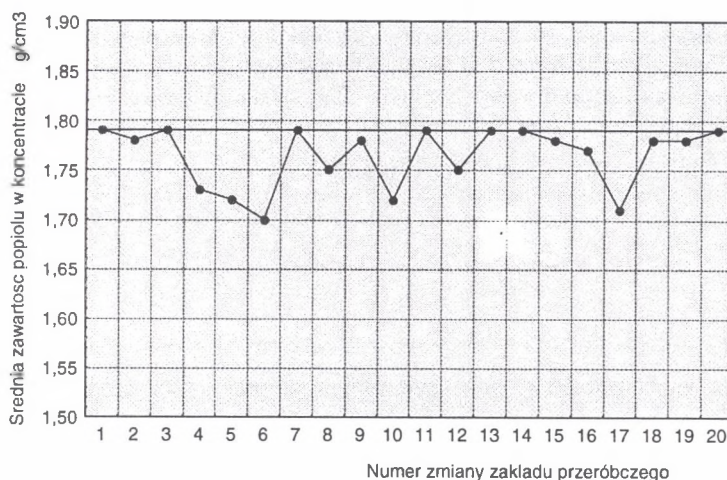
## 2. Zmienność gęstości cieczy ciężkich

Krzywe rozdziału dla operacji wydzielenia odpadów i wydzielenia koncentratu są każdorazowo określone dla zmierzonej co 1 minutę pary gęstości cieczy ciężkich. Rys. 1 ilustruje średnie gęstości cieczy ciężkich w poszczególnych analizowanych zmianach roboczych; liniami ciągłymi zaznaczone zostały wartości zadane tych gęstości.

a)



b)

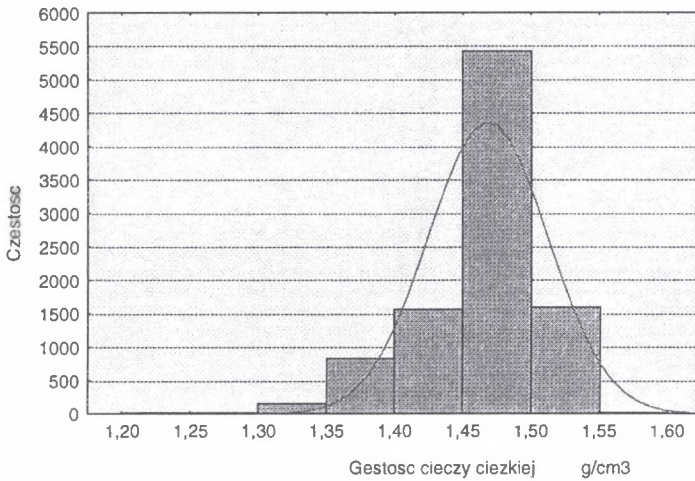


Rys. 1. Średnie gęstości cieczy ciężkich w poszczególnych zmianach roboczych zakładu przerobczego: a) w obiegu  $1,48 \text{ g/cm}^3$ , b) w obiegu  $1,78 \text{ g/cm}^3$

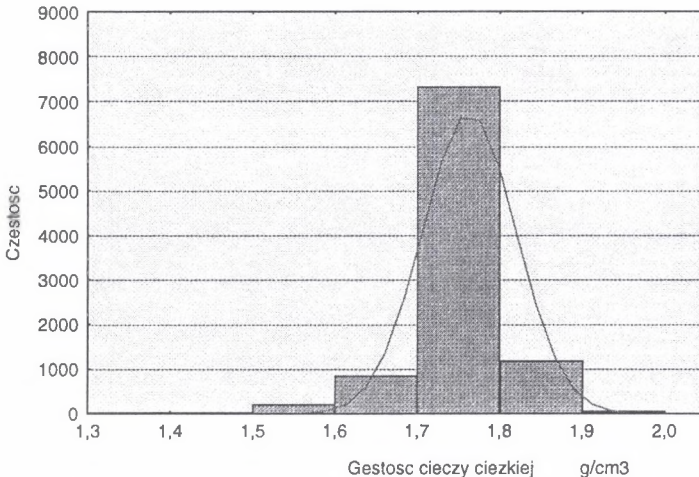
Fig. 1. Mean heavy media densities during successive working shifts of the plant: a) in the " $1,48 \text{ g/cm}^3$ " circuit, b) in the " $1,78 \text{ g/cm}^3$ " circuit

Rys. 2 przedstawia natomiast rozkład częstości występowania konkretnych wartości gęstości cieczy ciężkich. Na 9600 przypadków pomiarowych (20 zmian roboczych • 8 godzin • 60 pomiarów/godzinę) zdecydowana większość wartości gęstości zawiera się w pobliżu wartości zadanej (odpowiednio 1,48 g/cm<sup>3</sup> oraz 1,78 g/cm<sup>3</sup>). Pozostałe wartości, świadczące o pewnym rozproszeniu wartości gęstości, wynikają z niedoskonałej pracy układów automatycznej regulacji gęstości cieczy ciężkich oraz wpływu zmian składu ziarnowego nadawy, zwłaszcza zmian ilości ziarn bardzo małych, które pojawiają się w nadawie jako podziarno z procesu przesiewania wstępnego.

a)



b)



Rys. 2. Częstość występowania wartości gęstości cieczy ciężkich dla wszystkich zmian roboczych zakładu przerobczego: a) w obiegu 1,48 g/cm<sup>3</sup>, b) w obiegu 1,78 g/cm<sup>3</sup>

Fig. 2. Frequency distribution of heavy media densities for all working shifts of the plant: a) in the "1,48 g/cm<sup>3</sup>" circuit, b) in the "1,78 g/cm<sup>3</sup>" circuit

### 3. Prognozowanie ekonomicznych efektów wzbogacania

Wyznaczone w referacie [3] prognozy ilości koncentratu, półproduktu i odpadów z trójproduktowego wzbogacalnika zawieszinowego i zawartości popiołu w tych produktach zostały wykorzystane w przedstawionym referacie do wyznaczenia wartości każdego produktu w każdej zmianie roboczej. Wartość produkcji koncentratu  $WP_{konc}$ , półproduktu  $WP_{półpr}$  oraz odpadów  $WP_{odp}$  określone są kolejnymi zależnościami:

$$WP_{konc} = \sum_{i=1}^{480} wp_{konc_i} = \sum_{i=1}^{480} q_{konc_i} \cdot c_{konc_i} \quad (1)$$

$$WP_{półpr} = \sum_{i=1}^{480} wp_{półpr_i} = \sum_{i=1}^{480} q_{półpr_i} \cdot c_{półpr_i} \quad (2)$$

$$WP_{odp} = \sum_{i=1}^{480} wp_{odp_i} = \sum_{i=1}^{480} q_{odp_i} \cdot K_{so} \quad (3)$$

gdzie:

$i$  – numer zmierzonej pary gęstości cieczy ciężkich,

$c_{konc_i}$ ,  $c_{półpr_i}$  – ceny jednostkowe koncentratu i półproduktu,

$K_{so}$  – koszt składowania odpadów (wartość ujemna).

Liczba 480 w powyższych wzorach to liczba pomiarów (co 1 minutę) gęstości cieczy ciężkich (8 godzin • 60 pomiarów/godzinę = 480 pomiarów). Ceny jednostkowe koncentratu oraz półproduktu są określone z formuły sprzedażnej, podanej przez W. Blaschke [1, s.32]. Wypadkowa wartość produkcji jest sumą wartości określonych zależnościami (1)–(3).

Największą zmiennością ilości i zawartości popiołu charakteryzuje się półprodukt (rys. 5 oraz rys. 7b w [3]). Z tego powodu na rys. 3 przedstawiono względne zmiany wartości półproduktu. Rys.4 ilustruje względne zmiany wartości produkcji całego zakładu przerobczego. Dla poszczególnych zmian roboczych wartość każdego produktu oraz wartość całej produkcji została wyznaczona z zależności:

$$\text{dla rys.3a i 4a: } WP_{a1}^o = \frac{\sum_{i=1}^{480} wp_i(\rho_i)}{480 \cdot wp_i(\rho = \rho_{zad})} \quad (4)$$

$$WP_{a2}^o = \frac{480 \cdot wp_i(\rho = \rho_{sr})}{480 \cdot wp_i(\rho = \rho_{zad})} \quad (5)$$

$$\text{dla rys.3b i 4b: } WP_b^o = \frac{\sum_{i=1}^{480} wp_i(\rho_i)}{480 \cdot wp_i(\rho = \rho_{sr})} \quad (6)$$

gdzie:

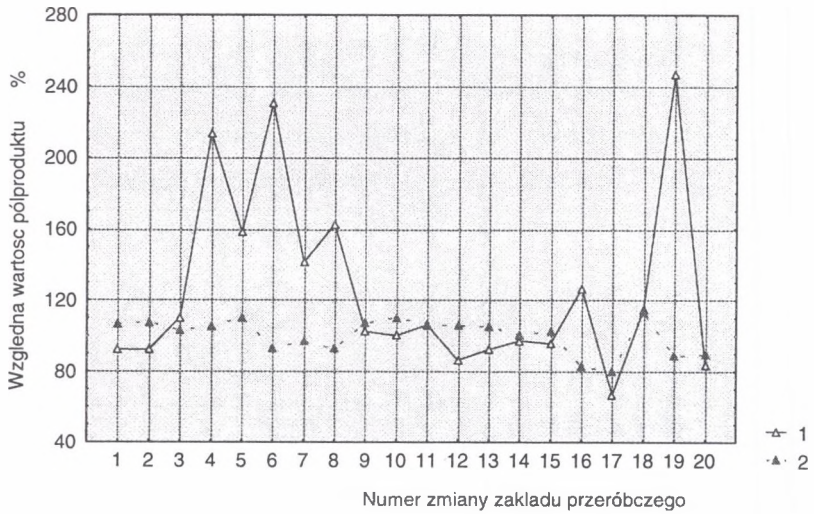
$WP$  – wartość konkretnego produktu dla całej zmiany, bądź wartość całej produkcji,

$wp$  – wartość konkretnego produktu dla 1 minuty pracy,  $wp=wp_{konc}$ , lub  $wp=wp_{pólpr}$ ,  
lub  $wp=wp_{odp}$

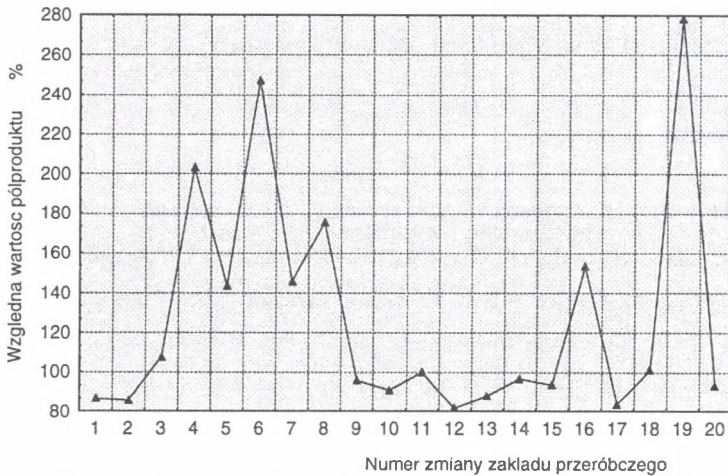
$\rho$  – gęstość cieczy ciężkiej.

Na rys.4a widać, że względna wartość produkcji może odbiegać aż o  $\pm 25\%$  od wartości produkcji przy stałej charakterystyce wzbogacalności nadawy i zadanych gęstościach cieczy ciężkich. Świadczy to głównie o tym, że zadane gęstości cieczy ciężkich nie mają wartości optymalnych. Z rys. 4b można wnioskować, że wskutek niedoskonałego działania układów automatycznej regulacji gęstości cieczy ciężkich względna wartość produkcji może być pomniejszona nawet o 2%. Na rysunku tym widoczne są również przypadki, gdy względna wartość produkcji jest nieco większa od wartości, jaka byłaby przy średniej wartości gęstości cieczy ciężkich. Są to przypadki równoczesnego nakładania się wpływów zmian charakterystyki wzbogacalności, zmian bieżących i średnich wartości gęstości cieczy ciężkich; ponadto nieznaną jest również wpływ założeń upraszczających modelowania charakterystyki wzbogacalności, które są omówione w referacie [3].

a)



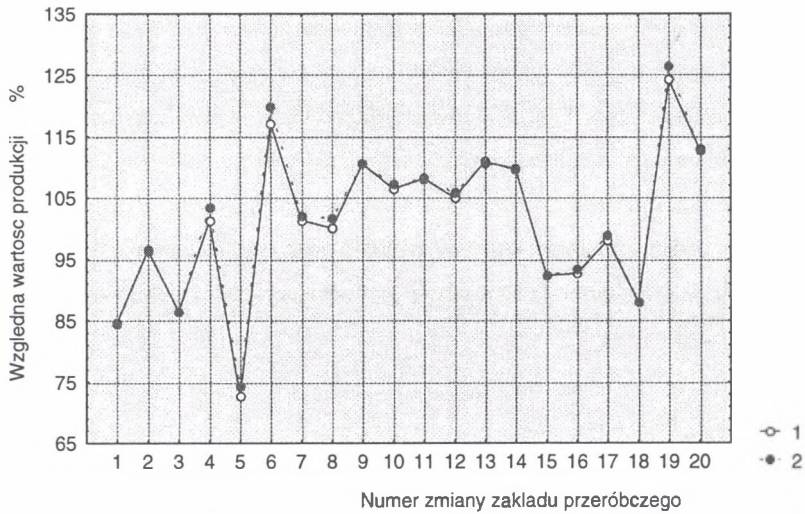
b)



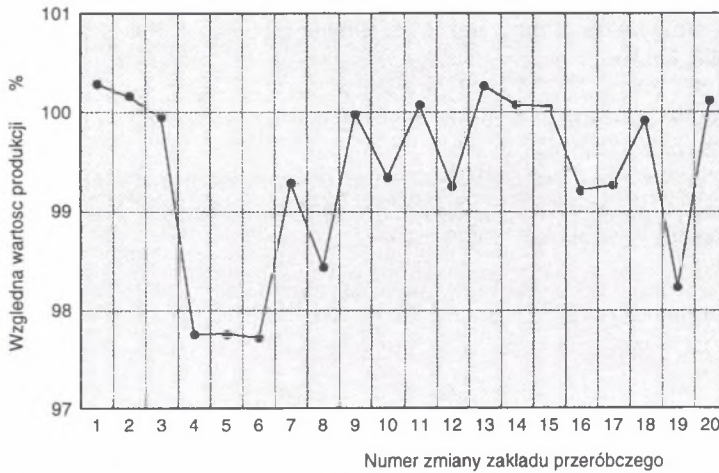
Rys. 3. Względne wartości półproduktu: a) odniesione do wartości półproduktu przy stałej charakterystyce nadawy i zadanych gęstościach cieczy ciężkich, b) odniesione do wartości półproduktu przy średnich, dla danej zmiany, gęstościach cieczy ciężkich; 1 – przy zmierzonych gęstościach cieczy ciężkich, 2 – przy średnich gęstościach cieczy ciężkich

Fig. 3. Relative value of middlings: a) as percent of the middlings value at constant feed characteristic and desired heavy media density  $1,48 \text{ g/cm}^3$ , b) as percent of middlings value at mean heavy media density for a given shift; 1 – at measured heavy media densities, 2 – at mean heavy media densities

a)



b)



Rys. 4. Względne wartości produkcji: a) odniesione do wartości produkcji przy stałej charakterystyce nadawy i zadanych gęstościach cieczy ciężkich, b) odniesione do wartości produkcji przy średnich, dla danej zmiany, gęstościach cieczy ciężkich; 1 – przy zmierzonych gęstościach cieczy ciężkich, 2 – przy średnich gęstościach cieczy ciężkich

Fig. 4. Relative value of products: a) as percent of products value at constant feed characteristic and desired heavy media density  $1,48 \text{ g/cm}^3$ , b) as percent of products value at mean heavy media density for a given shift; 1 – at measured heavy media densities, 2 – at mean heavy media densities

#### 4. Podsumowanie

Zaprezentowany sposób prognozowania ekonomicznych efektów wzbogacania pozwala oszacować wartość trzech produktów wzbogacania oraz całkowitą wartość produkcji w warunkach zmienności charakterystyki wzbogacalności nadawy oraz zmienności gęstości cieczy ciężkich. Znaczące zmiany wartości produkcji wskazują na konieczność dalszego prowadzenia badań z zakresu układów pomiarowo-kontrolnych oraz wykorzystania metod optymalizacji w celu lepszego sterowania procesami produkcyjnymi w zakładach przeróbki węgla.

#### LITERATURA

1. Blaschke W., 2000: System cen energetycznego węgla kamiennego. Wydawnictwo Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Studia, Rozprawy, Monografie, Kraków.
2. Cierpisz S., Pielot J., 2001: Symulacyjne statyczne modele procesów i układów sterowania w zakładach wzbogacania węgla. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Monografia nr 28, Gliwice.
3. Cierpisz S., Pielot J., 2002: Wpływ zmian parametrów nadawy oraz gęstości cieczy ciężkich na ilość i jakość produktów wzbogacania. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Górnictwo (w druku).

*Artykuł opracowano w ramach projektu badawczego KBN 8T12A 036 20.*

Recenzent: Dr hab. inż. Marian Brożek, prof. AGH

#### Abstract

The influence of variations of the feed characteristic and variations of heavy media densities on yields and quality of three products from heavy media washer has been presented. The evaluation of yields and ash contents has been performed for twenty working shifts in the coal preparation plant. Simulation analysis heavy for media densities measured every 1 minute during 20 shifts (8 hours each) and for washability characteristic determined for each of 20 shifts produced 9600 simulation results. Saleable value of products for each case has been evaluated. Obtained results can differ even  $\pm 25\%$  of products value calculated



for mean washability characteristic and mean densities of separation. This is probably due to the improper choice of the desired separation densities introduced by the operator to the control system. Simulation analysis shows also that losses of sales profit due to errors of density stabilization can amount up to 2%. Significant variations, from shift to shift, of the total value of saleable products (concentrate and middlings) indicate that further research on upgrading monitoring and control systems for heavy media washers is still required.