

Marek LENARTOWICZ, Daniel KOWOL, Michał ŁAGÓDKA
Centrum Mechanizacji Górnictwa KOMAG, Gliwice

WPLYW WYSOKOŚCI ŁOŻA NA SKUTECZNOŚĆ ROZDZIAŁU NADAW WĘGLOWYCH W OSADZARKACH PULSACYJNYCH

Streszczenie. W niniejszym artykule zamieszczono wyniki badań wpływu wysokości łoża na skuteczność operacji rozwarstwienia. Badania przeprowadzono na stanowisku doświadczalnym osadzarki laboratoryjnej. Przeprowadzone badania laboratoryjne wpływu wysokości łoża na skuteczność rozwarstwiania nadawy węglowej wykazały, że wraz ze wzrostem wartości tego parametru następuje spadek skuteczności rozdziału ziaren według różnic prędkości ich opadania przy zachowaniu stałych parametrów zasilania sprężonym powietrzem i wodą.

IMPACT OF BED HEIGHT ON EFFICIENCY OF COAL FEEDS SEPARATION IN PULSATORY JIGS

Summary. Results of investigations of bed height impact on efficiency of grains separation were presented in the paper. The tests were carried out on the laboratory jig stand. The laboratory investigation on bed's height impact on efficiency of coal feed separation have shown that efficiency of grains separation decreases with an increase of bed height according to differences of their sedimentation speeds at constant parameters of air and water supply.

1. Wprowadzenie

Zagadnienia związane z doбором najkorzystniejszych parametrów technologicznych procesu wzbogacania nadaw węglowych w osadzarkach pulsacyjnych obejmują w swoim zakresie przede wszystkim dwie realizowane posobnie operacje. Pierwszą z nich jest rozwarstwienie materiału wprowadzonego do koryta roboczego osadzarki wg różnic prędkości opadania ziaren, a drugą odprowadzenie z łoża ziaren o określonej gęstości dla uzyskania produktu koncentratowego („lekkiego”) oraz odpadowego („ciężkiego”) [1, 2, 4]. Podczas operacji rozwarstwiania materiału nadawy, pod wpływem pulsacyjnego przepływu wody, ziarna ulegają rozdziałowi i tworzą warstwy, zawierające zbiory ziaren o zbliżonej prędkości opadania [1, 2, 4]. Dzięki odpowiedniemu rozluźowaniu ziaren wzbogacanego materiału uzyskiwane jest jego rozwarstwienie oraz transport do części odbiorczej koryta

osadzarki. Stopień rozluźniania ziaren, dostosowany do parametrów nadawy i produktów, ma istotne znaczenie dla skuteczności rozdziału oraz wydajności urządzenia [1, 2, 4]. Do czynników, mających wpływ na rozluźnianie ziaren w procesie osadzarkowego wzbogacania, zalicza się między innymi charakterystykę ruchu pulsacyjnego wody, parametry pokładu sitowego w korycie roboczym oraz wysokość łoża [1, 2, 4].

W procesie osadzarkowego wzbogacania wysokość łoża w korycie roboczym powinna być wystarczająca dla uzyskiwania warstw, zawierających ziarna o zbliżonych parametrach jakościowych w celu uzyskania możliwości rozdziału rozwarstwowanego materiału na produkt lekki i ciężki. Jest ona wielkością regulowaną przez wysokość progów i nastawy automatycznych układów odbioru produktów, której dobór ma wpływ na obciążenie jednostkowe oraz skuteczność rozdziału, gdyż wraz ze wzrostem wysokości materiału w korycie maleje rozluźnianie ziaren przy stałych parametrach zasilania osadzarki sprężonym powietrzem i wodą [5]. Dla zapewnienia najlepszych warunków procesu pod względem jego skuteczności, wydajności oraz energochłonności wymagane jest odpowiednie wzajemne dostosowanie wymiarów przestrzeni roboczej, parametrów sprężonego powietrza pulsacyjnego, natężenia dopływu wody oraz jednostkowego obciążenia materiałem powierzchni roboczej koryta [5].

W niniejszym opracowaniu zamieszczono wyniki badań wpływu wysokości łoża na skuteczność operacji rozwarstwienia, obejmując jedynie część problematyki związanej z uwarunkowaniami procesu osadzarkowego wzbogacania nadaw węglowych, mającymi wpływ na jego efektywność.

2. Metodyka badań

Badania przeprowadzono na stanowisku doświadczalnym osadzarki laboratoryjnej [3]. Do doświadczeń przygotowano materiał o uziarnieniu 16–6 mm w trzech frakcjach gęstościowych $< 1,5$; $1,5-1,8$ oraz $> 1,8$ g/cm³. Udziały poszczególnych frakcji w każdym doświadczeniu wynosiły odpowiednio 40, 15 oraz 45%. Badania laboratoryjne przeprowadzono różnicując wysokość łoża w zakresie od 15 do 25 cm oraz czas rozwarstwienia w przedziale od 10 do 50 s. W tabeli 1 zamieszczono obciążenia jednostkowe obliczone na podstawie założonych parametrów doświadczeń (czas wzbogacania, wysokość warstwy).

Tabela 1

Obciążenia jednostkowe osadzarki laboratoryjnej

Czas wzbogacania (s)	10	30	50
Wysokość warstwy (cm)			
15	52,92	17,64	10,58
20	70,56	23,52	14,11
25	88,20	29,40	17,64

Do doświadczeń przygotowano dwa zbiory ziaren znakowanych w klasie ziarnowej 12-8 mm:

- koncentratowych o gęstości $< 1,5 \text{ g/cm}^3$,
- przerostowych o gęstości $1,5 - 1,8 \text{ g/cm}^3$.

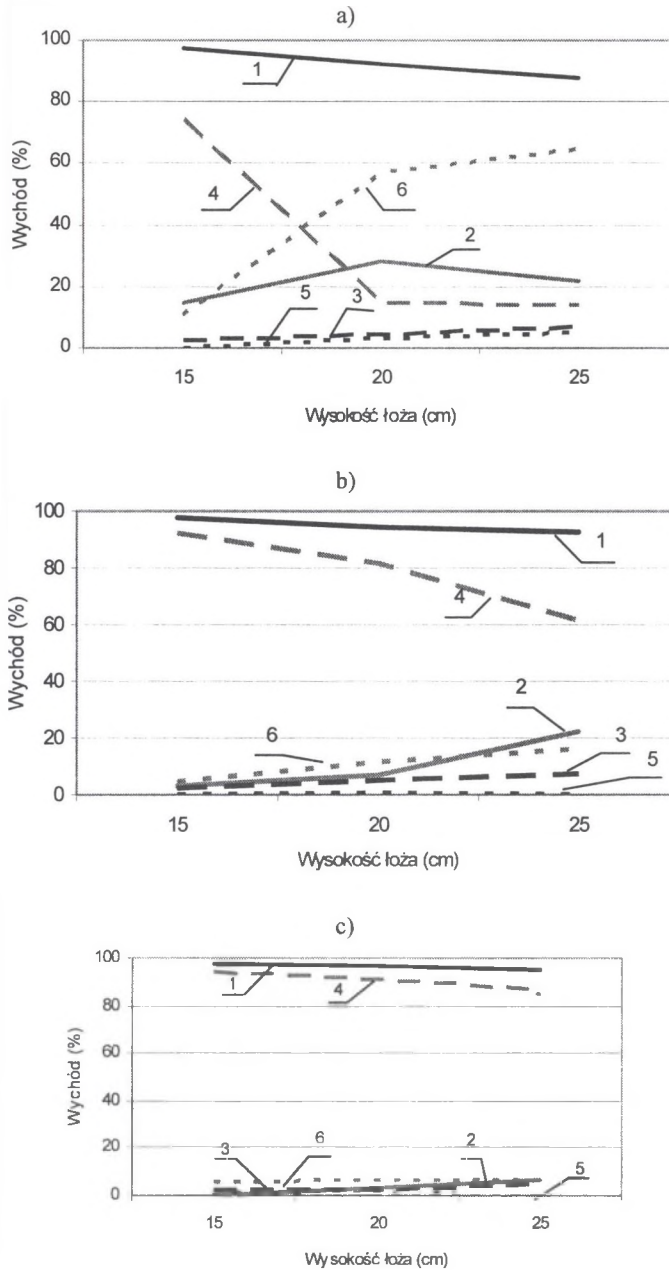
Przed rozpoczęciem prób ziarna znakowane były umieszczane na powierzchni sita w korycie roboczym osadzarki, a następnie zasypywane materiałem nadawy.

W celu określenia skuteczności rozwarstwienia materiału przeprowadzono analizy wychodu znakowanych ziaren koncentratowych i przerostowych w trzech warstwach odpowiadających rozdziałowi wzbogacanej nadawy węglowej na produkt koncentratowy (warstwa I), półprodukt (warstwa II) oraz produkt odpadowy (warstwa III).

3. Omówienie wyników badań

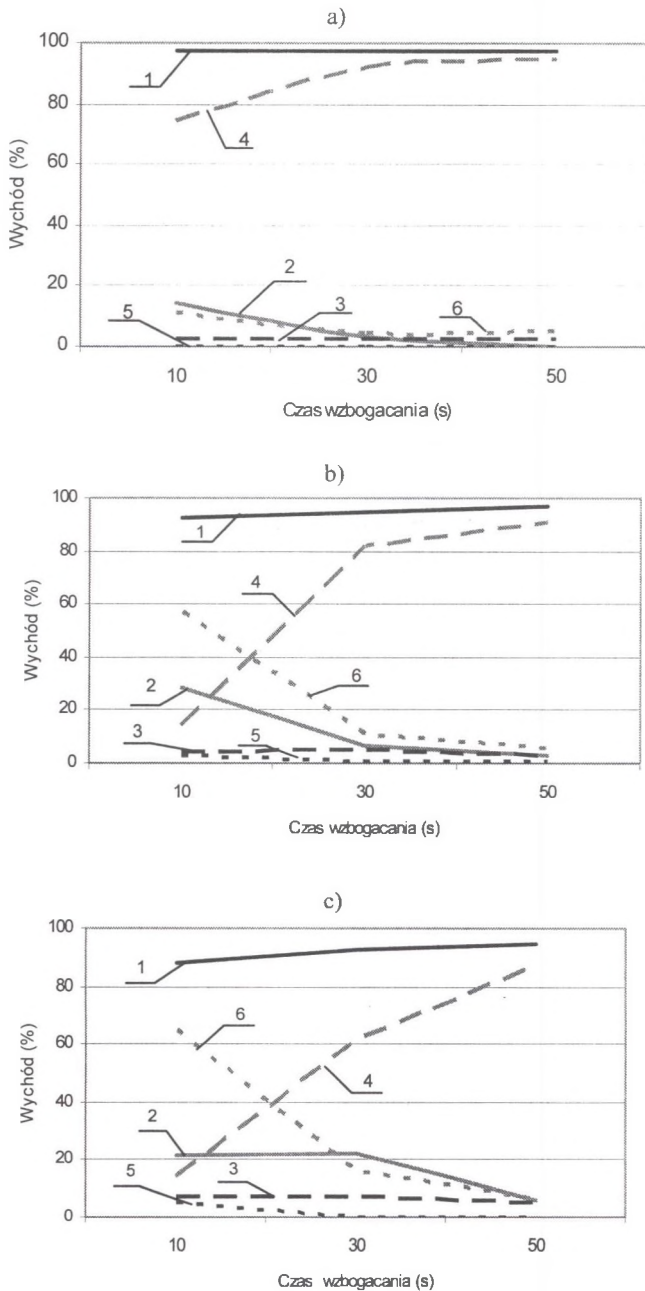
Przeprowadzone doświadczenia wykazały istotny wpływ wysokości łoża na skuteczność wzbogacania nadawy węglowej. Zwiększenie wartości tego parametru w badaniach od 15 cm do 25 cm powodowało, zarówno przy porównywalnym czasie wzbogacania, jak i obciążeniu jednostkowym, spadek skuteczności rozdziału ziaren koncentratowych i przerostowych podczas operacji rozwarstwiania materiału w procesie osadzarkowego wzbogacania.

Analiza zestawień wyników badań zamieszczona w tabelach 2, 3 oraz na rysunkach 1, 2 wykazała jednoznacznie, że przy stałych parametrach pulsacyjnego przepływu wody wpływ wzrostu wysokości łoża na skuteczność rozdziału jest większy, niż wynikałoby to z przyrostu drogi, jaką musi przebyć ziarno koncentratowe lub przerostowe do właściwej mu pod względem gęstości warstwy, ze skrajnie oddalonego od niej poziomu sita w korycie roboczym.



Rys. 1. Wpływ wysokości łoża na skuteczność rozdziału: a) czas wzbogacania $t = 10$ s, b) $t = 30$ s, c) $t = 50$ s; 1 – Ziarna $< 1,5 \text{ g/cm}^3$ (W I), 2 – Ziarna $1,5-1,8 \text{ g/cm}^3$ (W I), 3 – Ziarna $< 1,5 \text{ g/cm}^3$ (W II), 4 – Ziarna $1,5-1,8 \text{ g/cm}^3$ (W II), 5 – Ziarna $< 1,5 \text{ g/cm}^3$ (W III), 6 – Ziarna $1,5-1,8 \text{ g/cm}^3$ (W III)

Fig. 1. Impact of bed height on separation efficiency: a) processing time $t = 10$ s, b) $t = 30$ s, c) $t = 50$ s; 1 – Grains $< 1.5 \text{ g/cm}^3$ (W I), 2 – Grains $1.5-1.8 \text{ g/cm}^3$ (W I), 3 – Grains $< 1.5 \text{ g/cm}^3$ (W II), 4 – Grains $1.5-1.8 \text{ g/cm}^3$ (W II), 5 – Grains $< 1.5 \text{ g/cm}^3$ (W III), 6 – Grains $1.5-1.8 \text{ g/cm}^3$ (W III)



Rys. 2. Wpływ czasu wzbogacania na skuteczność rozdźiału: a) wysokość łóża $H = 15$ cm, b) $H = 20$ cm, c) $H = 25$ cm; 1 – Ziarna $< 1,5$ g/cm³ (W I), 2 – Ziarna $1,5-1,8$ g/cm³ (W I), 3 – Ziarna $< 1,5$ g/cm³ (W II), 4 – Ziarna $1,5-1,8$ g/cm³ (W II), 5 – Ziarna $< 1,5$ g/cm³ (W III), 6 – Ziarna $1,5-1,8$ g/cm³ (W III)

Fig. 2. Impact of processing time on separation efficiency: a) bed height $H = 15$ cm, b) $H = 20$ cm, c) $H = 25$ cm; 1 – Grains < 1.5 g/cm³ (W I), 2 – Grains $1.5-1.8$ g/cm³ (W I), 3 – Grains < 1.5 g/cm³ (W II), 4 – Grains $1.5-1.8$ g/cm³ (W II), 5 – Grains < 1.5 g/cm³ (W III), 6 – Grains $1.5-1.8$ g/cm³ (W III)

Dzięki umieszczeniu znakowanych, „lekkich” ziaren bezpośrednio na powierzchni sita możliwe było wykazanie zmian poziomów ich położenia w zależności od czasu wzbogacania. W próbach przeprowadzonych przy największym obciążeniu jednostkowym, które uzyskiwano stosując krótki czas wzbogacania ($t = 10$ s), podczas operacji rozwarstwiania wraz ze zwiększeniem wysokości łoża, oprócz wzrostu wychodu ziaren „lekkich” w dolnej warstwie (warstwa III), stwierdzono zwiększony wychód ziaren przerostowych w warstwie górnej (warstwa I). Wykazany wzrost rozproszenia ziaren „lekkich” (większy dla przerostowych) zależy od zwiększenia się grubości wzbogacanego materiału i świadczy o zakłóceniach równomierności przepływu pulsacyjnego strumienia wody w różnych punktach powierzchni warstw łoża. W związku z tym, że ruch pulsacyjny lustra wody nie wykazywał zakłóceń przepływu, to można przypuszczać, że na wykazaną niedokładność rozdziału miały wpływ różne prędkości strumienia pulsacyjnego wody w dolnych przekrojach komory roboczej osadzarki. Wraz ze zwiększeniem czasu wzbogacania (zmniejszeniem obciążenia jednostkowego) rozdział ziaren w łożu o większej grubości ulegał poprawie, nie osiągając jednak skuteczności uzyskiwanych podczas rozwarstwiania materiału przy najniższej stosowanej wysokości łoża (15 cm).

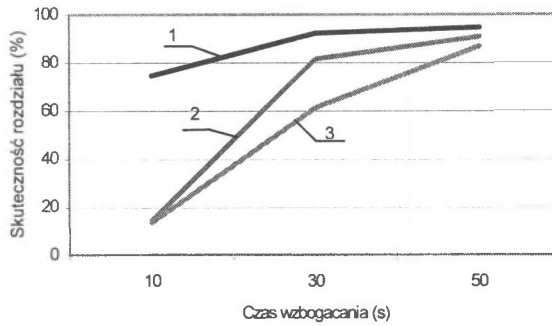
Porównanie wychodów ziaren koncentratowych w warstwie I (produkt koncentratowy) wykazało, że zarówno dla stosowanych zakresów czasów wzbogacania, jak i obciążeń jednostkowych skuteczność ich rozdziału w najniższym łożu była zawsze większa od uzyskiwanej przy stosowaniu grubszego łoża.

Analiza rozdziału ziaren przerostowych i ich wychodu w warstwie II (półprodukt) wykazała możliwość porównania wartości obciążeń jednostkowych nadawy uzyskiwanych dla porównywalnych skuteczności rozdziału przy stosowaniu różnych wysokości warstw łoża. Wyniki badań rozdziału ziaren przerostowych dla wybranego zakresu skuteczności zamieszczone w tabeli 4 oraz na rysunkach 3 i 4 przedstawiają wartości obciążeń jednostkowych, które umożliwiają uzyskiwanie zbliżonej efektywności rozdziału dla badanych grubości łoża, potwierdziły szybsze rozwarstwienie ziaren materiału podczas osadzarkowego procesu wzbogacania w łożu o mniejszej wysokości.

Tabela 4

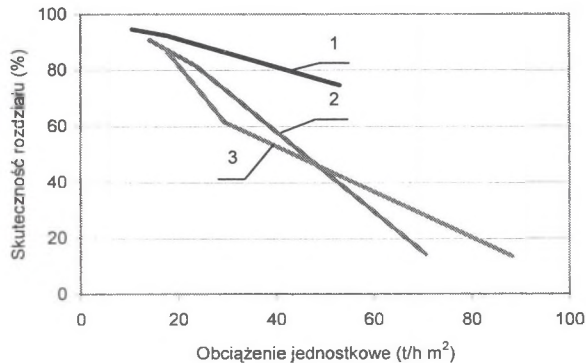
Zestawienie obciążeń jednostkowych dla wybranych skuteczności rozdziału

Wysokość łoża (cm)	Skuteczność rozdziału R (%)		
	R = 90	R = 83	R = 76
H = 15	20	35	50
H = 20	15	22	25
H = 25	15	19	22



Rys. 3. Wpływ czasu wzbogacania na skuteczność rozdziału ziaren przerostowych w zależności od wysokości łoża: 1 – H = 15 cm, 2 – H = 20 cm, H = 25 cm

Fig. 3. Impact of processing time on separation efficiency of interlayer grains in relation to the bed height: 1 – H = 15 cm, 2 – H = 20 cm, H = 25 cm



Rys. 4. Wpływ obciążenia jednostkowego na skuteczność rozdziału ziaren przerostowych w zależności od wysokości łoża: 1 – H = 15 cm, 2 – H = 20 cm, H = 25 cm

Fig. 4. Impact of unit load on separation efficiency of interlayer grains in relation to the bed height: 1 – H = 15 cm, 2 – H = 20 cm, H = 25 cm

4. Podsumowanie

Wysokość warstwy materiału wzbogaconego w osadzarkach pulsacyjnych ma wpływ na skuteczność rozdziału ziaren oraz obciążenie jednostkowe powierzchni roboczej.

Przeprowadzone badania laboratoryjne wpływu wysokości łoża na skuteczność rozwarstwiania nadawy węglowej wykazały, że wraz ze wzrostem wartości tego parametru następuje spadek skuteczności rozdziału ziaren według różnic prędkości ich opadania przy zachowaniu stałych parametrów zasilania sprężonym powietrzem i wodą.

Wskaźnik obciążenia jednostkowego dla porównywalnych skuteczności rozdziału (obliczony dla ziaren przerostowych o gęstości $1,5 - 1,8 \text{ g/cm}^3$) zwiększał się wraz ze zmniejszeniem stosowanej wysokości łoża.

Korzystniejsze wskaźniki obciążenia jednostkowego uzyskane przy stosowaniu łoża o mniejszej wysokości wskazują, że określona, stała ilość materiału rozwarstwia się w nim szybciej, umożliwiając dzięki temu przeprowadzenie procesu rozdziału ziaren z większą dokładnością lub na mniejszej powierzchni roboczej koryta osadzarki przy zachowaniu dokładności rozdziału uzyskiwanej przy większych wysokościach łoża.

Możliwość stosowania większych obciążeń jednostkowych wpływa korzystnie na energochłonność procesu, który może przebiegać przy zmniejszonym zapotrzebowaniu na powietrze pulsacyjne i wodę.

Bibliografia

1. Blaschke S.: Przeróbka mechaniczna kopalín. Wydawnictwo Śląsk, Katowice 1987.
2. Dietrich J.: Osadzarki. Państwowe Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1953.
3. Kowal D., Jędo A., Osoba M., Łagódka M.: Badania efektywności wzbogacania miału węglowego o uziarnieniu 20(30) – 0,5 mm w wodnych osadzarkach pulsacyjnych typu Komag. Maszyny Górnicze Nr 2/90, 2002.
4. Nawrocki J.: Budowa i eksploatacja osadzarek. Skrypty uczelniane Politechniki Śląskiej nr 408, Gliwice 1972.
5. Prace własne CMG KOMAG 2000 – 2008.

Recenzent: Doc. dr inż. Stanisław BŁASZCZYŃSKI

Abstract

Problems associated with a selection of most advantageous technological parameters of the process of coal feeds beneficiation in pulsatory jigs first of all include two operations realized one after the other. The first one is a separation of the material fed to a jig's operational trough according to differences of grains sedimentation speeds and the second one is carrying off the grains of specified density to obtain the concentrate product ("light" fraction) and waste product ("heavy" fraction).

Due to a proper loosening of grains of the processed material, caused by pulsation of water flow, a separation of the material and its transportation to receiving part of jig's trough is possible.

Characteristics of water pulsation, parameters of screen deck in operational trough and bed height are among others the factors, which have an impact on grains loosening during beneficiation process in a jig.

The results of testing the impact of bed height on efficiency of grains separation were presented in the paper, but they cover only part of problems associated with conditions of coal feed beneficiation process, carried out in a jig, that have an impact on its efficiency. The tests were carried out on the laboratory jig stand.

In tests the material of a constant size and gravimetric content was used and the bed height and time of beneficiation process were changed.

It was found that efficiency of grains separation decreases with an increase of bed height according to differences of their sedimentation speeds at constant parameters of air and water supply.

More advantageous unit load coefficients, obtained when using the bed of lower height, indicate that specified and constant part of material separates in it faster enabling to carry out the grains separation process with greater accuracy or at separation precision achieved at greater bed heights on a smaller operational area of jig's trough.