

Zygmunt ŚMIEJEK*

Strategia rozwoju konstrukcji polskich osadzarek — racje ekonomiczne zastosowań

STRESZCZENIE. Wykonane analizy ekonomiczne dla kilku przedsięwzięć, gdzie zaproponowano do stosowania nowe wodne osadzarki pulsacyjne sterowane elektronicznie, dały dobre rezultaty i przyczyniły się do podjęcia decyzji o ich zastosowaniu tak w krajowych, jak i zagranicznych obiektach wzbogacania, węgla koksujących i energetycznych.

Podstawowym założeniem, a zarazem kryterium oceny procesu wzbogacania, jest warunek uzyskania maksymalnej ilości produktów handlowych jakościowo zadowalających odbiorców.

Należy podkreślić, że podniesienie wymagań jakościowych powoduje zmniejszenie ilości produkowanego węgla, który te wymagania spełnia. Skutkuje to faktem, że z tej samej ilości surowego materiału można otrzymać różne ilości produktów o ustalonej jakości. Najistotniejszym czynnikiem decydującym o tym jest sprawność maszyn wzbogacających oraz znajomość aktualnych charakterystyk wzbogacania nadawy w połączeniu z możliwością skutecznego ciągłego sterowania procesem wzbogacania.

Opisując racje ekonomiczne istnienia instalacji przeróbczych należy głównie analizować pracę osadzarek (lub innych wzbogacalników), które z urządzeniami z nimi współpracującymi mają kluczowy wpływ na zaistniałe w procesie technologicznym zyski lub straty.

SŁOWA KLUCZOWE: węgiel, przeróbka mechaniczna, osadzarka, efektywność wzbogacania, system sterowania, ochrona środowiska

* Mgr inż. — Wamag Biuro Projektów Przeróbczych, Grupa ZZM/Kopex, Gliwice.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław BLASCHKE

Wprowadzenie

Rozwój technologii wzbogacania węgla w polskich zakładach przerobczych skierowany jest głównie na [2]:

- ✧ produkcję paliwa energetycznego oraz wsadu koksowniczego o stabilizowanej i kontrolowanej jakości termodynamicznej przy eliminacji nadmiernej ilości popiołu i siarki w koncentratkach węglowych,
- ✧ doskonalenie systemów przerobczych w obszarze jednorodnej płuczki osadzarkowej,
- ✧ całkowite zagospodarowanie powstających w procesie wzbogacania odpadów na zakładzie górniczym, bez ich lokowania na składowiskach zewnętrznych.

Urządzenia i środki do realizacji takiego modelu produkcji i prowadzenia ruchu zakładu górniczego to: nowoczesne technologie urabiania, węzły odkamieniania urobku surowego, instalacje przerobcze wzbogacające nadawę jedynie w ośrodku wodnym oraz instalacje do przygotowania i lokowania wszystkich odpadów na dole kopalni w formie mieszanek samozestalających.

Podstawowa maszyna wzbogacająca w takich instalacjach — wodna osadzarka pulsacyjna sterowana elektronicznie — jest urządzeniem wyprzedzającym aktualny poziom techniki światowej. Początki jej stosowania to XV wiek, a pierwowzór obecnych postaci konstrukcyjnych (osadzarka Bauma) powstał w roku 1892. Najnowsze jej odmiany z komorami powietrznymi podsitowymi stosowane są od ponad 50 lat. Polska osadzarka, której proces produkcji rozpoczął się w 1956 roku w firmach Huta Karol w Wałbrzychu (obecnie Wamag) i Powen Zabrze, oferowana jest od ponad 25 lat w wersji sterowanej elektronicznie. Zapoczątkowany w 1998 roku cykl publikacji dotyczących racji ekonomicznych wynikających ze stosowania nowych osadzarek sterowanych elektronicznie nie przynosi jednak oczekiwanych, przez ich autorów, efektów.

Często uważa się, że osadzarka to maszyna przestarzała, o niskiej skuteczności wzbogacania. Opinia ta jest nieprawdziwa, a jej główną przyczyną jest fakt, że osadzarka może jeszcze pracować w warunkach, w których sprawność wzbogacania jest niska. Dotyczy to przede wszystkim stanu przeciążenia maszyny nadmierną ilością nadawy. Ta właściwie pozytywna cecha osadzarek jest przyczyną niekorzystnej opinii o jej sprawności, gdyż znaczna część użytkowników eksploatuje je w warunkach przeciążenia lub zbyt niskiego ciśnienia powietrza roboczego. Prowadzone w ostatnich dwóch latach badania nowej polskiej osadzarki wykazały niezbicie, że przy bardzo dużych wahaniami jej obciążenia nadawą, o zmieniających się składach granulometrycznych i densymetrycznych, uzyskuje się ocenę sprawności wzbogacania przy użyciu wskaźnika imperfekcji poniżej 0,10, co w przypadku maszyny do wzbogacania miałów jest bardzo dobrym wynikiem.

Obliczenie zysku wynikającego z wymiany osadzarki na przykładzie konkretnego wybranego zakładu przeróbczego

Obliczenie efektów ekonomicznych wynikających z zainstalowania nowej osadzarki, bądź modernizacji istniejącej musi się opierać na danych określających skuteczność wzbogacania osiągniętych przez osadzarkę [3]. Dostępne dane pozwoliły wykonać szacunkowe obliczenia, które zamieszczono w materiale ofertowym złożonym do przetargu przez Wamag Wałbrzych i BGG Katowice. Oszacowanie efektów ekonomicznych wykonano opierając się na wynikach, których wiarygodności nie da się zakwestionować. Aktualny stan techniczny osadzarki na tym obiekcie z całą pewnością można przyjąć jako taki, że osiągnięcie średniej imperfekcji wzbogacania poniżej 0,2 nie jest możliwe. Jest to bowiem osadzarka zbliżająca się do 20 lat pracy, ze zużytymi całkowicie elementami sterowania i automatyki. Wykonane prace pozwalają przyjąć, że imperfekcja nowej osadzarki pracującej w tych samych warunkach będzie z całą pewnością niższa od 0,15.

Dla takiej różnicy imperfekcji przeprowadzono obliczenia pozwalające oszacować zysk, jaki daje wymiana istniejącej osadzarki na nowe urządzenie tego samego typu, lecz o aktualnej postaci konstrukcyjnej i parametrach technologicznych na światowym poziomie w tej branży. Przyjęto wzbogacanie dwuproduktowe, czyli takie jakie jest głównie prowadzone na tym obiekcie i wymagania dla koncentratu określone popiołem nie wyższym niż 8% (tab. 1).

Dane do obliczeń i wyniki obliczeń

TABELA 1. Skład densymetryczny nadawy do wzbogacania dwuproduktowego

TABLE 1. Densimetric composition of feed for two-product preparation

Fracja [kg/m ³]		Nadawa [%]	
od	do	wychód	popiół
[kg/m ³]	-1300	50,0	2,9
1300	1400	16,0	9,2
1400	1500	3,5	21,0
1500	1600	2,0	29,7
1600	1700	2,0	37,3
1700	1800	1,0	45,2
1800	1900	0,5	52,1
1900	2000	1,0	58,0
2000	2200	4,0	81,0
+2200		20,0	87,0
		100,0	26,9

Wzbogacanie nadawy w osadzarkę pracującej z imperfekcją 0,2 i przy gęstości rozdziału tak dobranej (1736 kg/m³), aby uzyskać popiół koncentratu równy 8% daje wyniki jak w tabeli 2.

TABELA 2. Wyniki wzbogacania w osadzarkę pracującej z imperfekcją 0,2 i gęstością rozdziału 1736 kg/m³

TABLE 2. Results of beneficiation in jig working with imperfection 0.2 and cut point 1736 kg/m³

Wyszczególnienie	Koncentrat	Odpad	Nadawa
Zawartość węgla [%]	93,79	1,16	69,9
Zawartość przerostu [%]	4,36	5,68	4,7
Zawartość kamienia [%]	1,85	93,16	25,4
Wychód [%]	74,21	25,79	100,00
Zawartość popiołu [%]	8,00	81,40	26,9

Przy gęstości rozdziału zmienionej do wartości (1778,7 kg/m³), tak aby dla imperfekcji 0,165 uzyskać koncentrat o tej samej zawartości popiołu jak poprzednio otrzymujemy (tab. 3):

TABELA 3. Wyniki wzbogacania w osadzarkę pracującej z imperfekcją 0,165 i gęstością rozdziału 1778,7 kg/m³ (poziom osiągnięty przez system EMAG Boss)

TABLE 3. Results of beneficiation in jig working with imperfection 0.165 and cut point 1778.7 kg/m³ (the level reached by the EMAG Boss system)

Wyszczególnienie	Koncentrat	Odpad	Nadawa
Zawartość węgla [%]	93,47	9,25	69,90
Zawartość przerostu [%]	4,92	4,05	4,70
Zawartość kamienia [%]	1,61	95,70	25,40
Wychód [%]	74,71	25,29	100,00
Zawartość popiołu [%]	8,00	82,84	26,93

Przyrost wychodu koncentratu przy niezmienniej jego jakości wynosi 0,5%. Dla osadzarki wzbogacającej 350 Mg nadawy/h i pracującej 4000 godzin rocznie daje to przyrost produkcji 7000 Mg. Przy cenie koncentratu 287zł/Mg daje to roczny zysk 2 009 000 zł.

Przy gęstości rozdziału 1863 kg/m³ i przyjętej imperfekcji na poziomie 0,10, otrzymuje się wyniki (tab. 4).

Dla identycznych warunków, jak w poprzednim porównaniu, oznacza to przyrost produkcji 14 980 Mg i roczny zysk 4 299 260 zł (osadzarka z systemem BGG SSO) lub 7980 Mg i 2 290 260 zł (osadzarka z systemem EMAG Boss).

Powyższe prognozy wzbogacania, jak i wykonane obliczenia pokazują, że: różnica w efektach dla poszczególnych wykonawców wynosi ponad 2 mln zł.

TABELA 4. Wyniki wzbogacania w osadzarce pracującej z imperfekcją 0,100 i gęstością rozdziału 1863 kg/m³ (poziom osiągniany przez system BGG SSO)

TABLE 4. Results of beneficiation in jig working with imperfection 0.1 and cut point 1863 kg/m³ (the level reached by the BGG SSO system)

Wyszczególnienie	Koncentrat	Odpad	Nadawa
Zawartość węgla [%]	92,85	0,00	69,90
Zawartość przerostu [%]	5,92	0,98	4,70
Zawartość kamienia [%]	1,23	99,02	25,40
Wychód [%]	75,28	24,72	100,00
Zawartość popiołu [%]	8,00	84,59	26,93

Należy podać, że oszacowanie efektów ekonomicznych wykonano bardzo ostrożnie i bezpiecznie, natomiast przy takim rozumowaniu i identycznych założeniach dla obydwu systemów, wartość faktyczna różnicy będzie wyższa po uwzględnieniu wszystkich innych ich źródeł.

Nowa osadzarka o tej wydajności wraz z kosztami demontażu starej i zabudową nowej wraz z jej uruchomieniem to wydatek zdecydowanie niższy, co należy pozostawić bez dalszych komentarzy i porównań z nakładami inwestycyjnymi.

W miesiącu czerwcu 2006 w efekcie przetargu Inwestor wybrał do dostawy i montażu osadzarkę miałową OM20 P3 ER z systemem sterowania i w wykonaniu podanym w tabeli 3, rezygnując z uzyskania obliczonych efektów ekonomicznych, kierując się jedynie kosztem zakupu.

Strategia rozwoju postaci konstrukcyjnej polskiej osadzarki

Opracowując strategię rozwoju jakiegokolwiek produktu, a tym bardziej osadzarki, dokonano szczegółowych analiz technologiczno-technicznych niedogodności aktualnych rozwiązań, tak krajowych jak i światowych.

Eliminując niedoskonałości skutecznie rozwiązano zagadnienia:

- ✧ ciśnienia powietrza roboczego,
- ✧ wpływu pulsacji wody na skuteczność wzbogacania,
- ✧ postaci konstrukcyjnej zaworu pulsacyjnego i jego napędu,
- ✧ nieliniowości w sterowaniu osadzarką,
- ✧ mechanizmu wywoływania pulsacji,
- ✧ eliminacji zakłóceń sterowania pulsacją,

co zostało zamieszczone i przedstawione w referacie na Międzynarodowy Kongres Przeróbki, Pekin 2006 r. [1].

Strategiczne założenie do procesu modernizacji istniejącej postaci konstrukcyjnej osadzarki to prowadzenie wzbogacania dwuproduktowego w wąskich klasach ziarnowych przy użyciu najnowszej generacji systemu sterowania BGG SSO, którego jedynym odpowiednikiem w technice światowej jest Jig Scan Controller (Bateman, Apic).

Cechy nowego zastosowanego w KWK Jas-Mos systemu sterowania SSO przedstawiają się następująco. System elektroniczny BGG SSO steruje:

- ✧ zaworami pulsacyjnymi,
- ✧ odprowadzeniami produktów ciężkich,
- ✧ przepustnicami doprowadzającymi powietrze robocze i wodę dolną .

Stałymi parametrami cyklu pulsacji są: długość cyklu i rodzaj cyklu. Pozostałe parametry cyklu (długość poszczególnych faz) są automatycznie regulowane przez odpowiednie regulatory.

Regulowane są wszystkie ciśnienia powietrza tj. wysokie ciśnienie oraz niezależnie niskie ciśnienia w każdym przedziale; dla wysokiego ciśnienia jest to regulacja stała wartościowa, dla pozostałych ciśnień regulacja nadążna związana z układami regulacji rozluźnienia i kształtu czasowego przebiegu zmian położenia warstwy produktu ciężkiego. Regulacja wysokości warstwy produktu ciężkiego w dwu pierwszych przedziałach jest stała wartościowa, a wysokości warstwy produktu ciężkiego w ostatnim przedziale jest nadążna w funkcji stabilizowanej jakości produktu lekkiego. Regulacja dopływu wody dolnej do każdego przedziału oddzielnie jest stała wartościowa, tak jak i średniego poziomu wody w komorach powietrznych.

Regulowany jest kształt czasowego przebiegu zmian położenia warstwy produktu ciężkiego.

Wszystkie ciśnienia oraz wysokości warstwy produktu ciężkiego mierzone są co 20 ms, pozostałe zmienne mierzone i regulowane są co 1 cykl pulsacji.

Możliwe jest zdalne sterowanie wybranymi mechanizmami w trybie regulacji ręcznej dla nietypowych lub awaryjnych sytuacji.

Archiwizowanie danych dotyczących pracy osadzarki jest realizowane w dwu horyzontach czasowych; wszystkich wartości chwilowych do 24 godzin wstecz i wartości średnich jednodominutowych do 30 dni wstecz.

Dwukierunkowa komunikacja łączy system SSO z układem dyspozytorskim zakładu przerobczego.

Nowe podejście do zagadnienia wzbogacania urobku surowego w osadzarkach spotkało się z dużym zainteresowaniem w Rosji, Chinach, Indiach oraz Wietnamie i Indonezji.

Przedstawione efekty przy pracy według modelu — osadzarka mialowa, trójproduktowa plus dwie posobnie pracujące osadzarki ziarnowe — dwuproduktowe, jako najlepszy pod względem ekonomicznym precyzyjnie działający węzeł wzbogacania stał się skuteczną alternatywą do propozycji z użyciem cieczy ciężkiej.

Podsumowanie

Stosowanie i zakup osadzarek nowej generacji przynosi natychmiastowe efekty ekonomiczne przy zwrocie nakładów inwestycyjnych przed upływem roku [3].

Kierowanie się tylko kosztem zakupu jest błędem, którego nie popełniają inwestorzy zagraniczni, mając na uwadze, że nowa wykonana z materiałów nierdzewnych osadzarka sterowana elektronicznie, jest maszyną pracującą 20 lat bez remontów głównych.

Intencją autora jest to aby planowane do wymiany w krajowych zakładach przerobczych osadzarki były maszynami na miarę naszych możliwości technicznych bez tak zwanych wymian odtworzeniowych.

Literatura

- [1] BARTONIEK W., BLASCHKE W., GŁOWIAK S., ŚMIEJEK Z., 2006 — Polish Jig — Technological Potentiality. XV International Coal Preparation Congress. Pekin.
- [2] ŚMIEJEK Z., 2006 — Polskie instalacje przerobcze — możliwości techniczno-technologiczne. Szczyrk.
- [3] Niepublikowane opracowania Wamag, Kopex, Kopex Engineering, BGG. 2006.

Zygmunt ŚMIEJEK

Strategy of construction development of Polish jigs — economic advantages

Abstract

Economic studies of several projects where was applied new pulsatory water jigs equipped with electronic control has shown good results and made contributions to taking a decision of using coking and power coal in local and foreign facilities of raw output preparation.

Basic assumption as well as evaluation criterion of preparation process is condition of obtaining maximum quantity of sale products satisfying consumer's requirements as about quality. It ought to be underlined that elevation of quality requirements results in decrease of coal production meeting such requirements. This takes effects that from the same quantity of raw material can be obtained different quantities of products of determined quality. Most decisive factor of the above is efficiency of preparation machinery and knowledge on present characteristic of feeding material with combination of possibility of effective continuous control of preparation process. Describing economic advantages

of preparation installations existence it ought to be mainly analyzed jig operation (or other concentrators) which working together with other equipment have key influence on gains or losses coming from technology process.

KEY WORDS: coal, coal preparation, jig, preparation efficiency, control system, environment protection