



Polskie Osadzarki Wodne Pulsacyjne Do Wzbogacania Surowców Mineralnych

Mariusz OSOBA¹⁾

¹⁾ Dr inż.; Instytut Eksploatacji Złóż, Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice; tel. +48 32 237 26 82, email: mariusz.osoba@polsl.pl

Abstrakt

W artykule opisano aktualne zastosowania produkowanych w Polsce osadzarek wodnych pulsacyjnych do przeróbki węgla kamiennego i kruszyw mineralnych. Przedstawiono możliwości ich współpracy z systemami sterowania różnych producentów oraz płynące z tego korzyści w zakresie uzyskiwanych parametrów jakościowych produktów. Omówiono elastyczność regulacji ich pracy na przykładzie wybranej osadzarki miałowej OM, pracującej w jednej z kopalni węgla kamiennego. Pokazano podstawowe parametry techniczne, uzyskiwane przez osadzarki do wzbogacania węgla oraz nadaw żwirowo-piaskowych, odnosząc je do uzyskiwanych wydajności jednostkowych oraz wskaźników jakościowych, takich jak wskaźnik imperfekcji w warunkach pracy zakładu przerobczego kopalni węgla kamiennego, czy sprawność wydzielenia zanieczyszczeń organicznych i/lub mineralnych z nadawy żwirowo-piaskowej w warunkach pracy kopalni kruszyw. Jednocześnie zwrócono uwagę na wysoką skuteczność pracy polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych, umożliwiającą zagospodarowanie wszystkich uzyskiwanych w trakcie procesu wzbogacania produktów, w tym produktów kamiennych czy zanieczyszczeń organicznych i/lub mineralnych, w różnych technologiach dołowych i powierzchniowych, co pozwala na uzasadnione użycie określenia ich mianem urządzeń do bezodpadowej produkcji.

Keywords: węgiel kamienny, żwir, piasek, wzbogacanie grawitacyjne

Wprowadzenie

W Polsce aktualnie istnieją różne rozwiązania konstrukcyjne osadzarek wodnych pulsacyjnych do wzbogacania węgla kamiennego [10] oraz osadzarek służących do oczyszczania nadaw żwirowo-piaskowych z występujących w nich zanieczyszczeń organicznych i mineralnych [11]. Dużą ilość zastosowań widać przede wszystkim w polskim przemyśle węglowym, gdzie znacząca większość układów technologicznych służących do wzbogacania węgla kamiennego oparta jest na zastosowaniu polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych, oznaczanych symbolami OM – osadzarka miałowa, OS – osadzarka średnioziarnowa, OZ – osadzarka ziarnowa.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat w maszynach tych wprowadzono szereg zmian modernizacyjnych w zakresie systemu elektronicznego sterowania, zespołów automatycznej regulacji z przepustami produktów, zaworów pulsacyjnych, pokładów sitowych oraz budowy komór roboczych. Zmiany te miały na celu dostosowanie osadzarek do wymogów rynku przy stałym zwiększaniu zapotrzebowania na nowe, lepsze rozwiązania ułatwiające obsługę, dające gwarancje uzyskiwania zakładanych parametrów jakościowych produktów i zwiększające poziom niezawodności przy minimalnych kosztach eksploatacji [12]. Wymienione wyżej osadzarki posiadają komory powietrzne zlokalizowane pod pokładem sitowym, zabudowane w skrzyniach dolnych poprzecznie do osi wzdłużnej maszyny. Rozwiązanie takie cechuje minimalne poziome oddziaływanie dynamiczne na budynek oraz wymiary i masa skrzyń dolnych dostosowane do warunków zabudowy. Podobnie jest w konstrukcji polskich osadzarek do wzbogacania żwiru i piasku, oznaczanych symbolem K – klasyfikator pulsacyjny, w których głównym celem jest oczyszczenie nadawy z występujących w niej wtrąceń organicznych i mineralnych [11].

W ostatnim czasie rozwój techniki i technologii wz-

bogacania surowców mineralnych w osadzarkach pulsacyjnych opiera się na dążeniu do uzyskania optymalnego cyklu osadzania [8], dającego możliwość dostosowania parametrów pracy maszyny do parametrów technologicznych nadawy oraz oczekiwanych parametrów jakościowych produktów wzbogacania, co jest możliwe dzięki standardowemu już stosowaniu systemów elektronicznego sterowania.

Należy tutaj wspomnieć o dokumentacji konstrukcyjnej. Bezsprzecznie historia polskich osadzarek jest związana z firmą KOMAG w Gliwicach. Przez wiele lat, począwszy od lat 60-tych, powstawały tam nowe projekty, a konstruowane osadzarki osiągały coraz lepsze parametry techniczne [10]. Na polskim rynku za produkcję osadzarek odpowiedzialne były wówczas głównie takie firmy jak PIOMA w Piotrkowie Trybunalskim, WAMAG w Wałbrzychu czy KOFAMA w Kędzierzynie-Koźlu. Ostatnie dziesięciolecie przyniosło jednak szereg przemian na rynku kapitałowym. Powstały takie grupy jak KOPEX czy FAMUR, skupiające w sobie ww. firmy. Doprowadziło to do zmian w dotychczasowej strukturze współpracy z producentami. W zakresie projektowania i produkcji osadzarek pojawiły się takie firmy jak WRĘBOWA z Rybnika, PEMUG z Katowic, czy PROREM z Jastrzębia-Zdroju.

Szczególnego podkreślenia wymaga fakt prowadzenia przykładowo przez PROREM prac w pełnym cyklu - od projektu po realizację inwestycji. Niebagatelne znaczenie ma tutaj działalność oparta o własne Biuro Projektów, które w ostatnich latach zrealizowało projekty wielobranżowe z uzyskaniem pozwolenia na budowę. Przewidziano w nich wymianę, z zabudową niezależnych systemów sterowania wraz z instalacjami techniczno-technologicznymi, wodnych osadzarek pulsacyjnych w:

- KWK Pniówek: 4 sztuki osadzarek OM24-D3E,
- KWK Budryk: 6 sztuk osadzarek OSM-3x8,
- KWK Krupiński: 3 sztuki osadzarek OS36-D3E,

- KWK Marcel: 1 sztuka osadzarki OM18.

Systemy sterowania procesem wzbogacania w wodnych osadzarkach pulsacyjnych

Konstrukcja polskich osadzarek oparta jest o rozwiązania, w których pulsacja wody wywoływana jest cyklicznym dozowaniem sprężonego powietrza roboczego z kolektora do komór powietrznych osadzarki przez zawory pulsacyjne, wywołujące ruch wznoszenia i opadania materiału wzbogacanego na rusztach sitowych koryta. Odpowiednia budowa zaworu umożliwia realizację złożonego cyklu pulsacji wody, w taki sposób, aby możliwy był dobór parametrów cyklu pulsacji wody do zmiennych parametrów technologicznych nadawy węglowej lub żwirowo-piaskowej, automatyczne sterowanie i kontrola procesu technologicznego oraz bezobsługowa eksploatacja. Daje to możliwość uzyskania wysokiej skuteczności rozdziału produktów, stabilizacji zawartości popiołu w koncentracie węglowym, minimalnych strat węgla w odpadach czy produktów żwirowych i piaskowych spełniających wymagania norm jakościowych [8].

Aktualnie dzięki stosowaniu w polskich osadzarkach coraz doskonalszych systemów sterowania, dostarczanych przez takich producentów jak: EMAG w Katowicach [1], PPUH MICRO w Otmuchowie [11], Zakład Automatyki BGG w Katowicach [2], KOMAG w Gliwicach [15], BP PROREM i FAMUR Institute w Katowicach, produkowane w Polsce maszyny osiągają wysokie wskaźnikami jakościowe procesu wzbogacania, na poziomie średniego wskaźnika imperfekcji $I=0,15$ i średniej sprawności wydzielania zanieczyszczeń organicznych i mineralnych $S=90\%$. W nowo uruchamianych instalacjach wzbogacania węgla kamiennego osadzarki pracują z wykorzystaniem wielofazowego cyklu pulsacji wody, którego wprowadzenie (dzięki zastosowanym zespołom zaworów talerzowych sterowanych elektronicznie), odbywa się poprzez dokonanie nastaw czasów pracy zaworów wlotowych i wylotowych

oddzielnie dla każdego przedziału osadzarki. W osadzarkach do wzbogacania żwiru i piasku stosuje się pulsację sinusoidalną. Możliwości kształtowania charakterystyki pulsacji wody pozwalają na różnicowanie przebiegu cyklu pulsacji w korycie roboczym w zależności od obciążenia przedziałów i jakości wydzielanych z nich produktów [8]. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wyboru systemu sterowania dokonuje sam użytkownik na etapie wykonywania projektu inwestycji [9], co w efekcie daje możliwość jego dostosowania do konkretnych wymagań w zakresie obsługi i pozwala na łatwość dokonywania zmian parametrów pulsacji oraz możliwość ich przeprowadzania bez konieczności wyłączania maszyny z ruchu.

Wdrożenia przemysłowe w ostatnich 10 latach

Po wielu doświadczeniach eksploatacyjnych producentów surowców mineralnych, głównie węgla kamiennego, przeważa obecnie koncepcja budowy osadzarek jednokorytowych, o szerokościach dostosowanych do warunków zabudowy na danym obiekcie.

W roku 2004 skonstruowano w KOMAG-u nową osadzarkę pokazaną na rys. 1, wykonaną w całości ze stali nierdzewnej, w której zastosowano szereg nowatorskich rozwiązań konstrukcyjnych w zakresie sterowania procesem wzbogacania węgla surowego [12]. Koncepcja rozwiązania była wynikiem współpracy specjalistów ze środowiska przeróbki surowców mineralnych, począwszy od użytkownika (KWK Jas-Mos, KWK Rydułtowy-Anna) przez projektanta po producenta, co sugerowałoby, że jest to rozwiązanie optymalne z punktu widzenia rozwiązań technicznych i żywotności konstrukcji, oraz oczekiwań użytkowników. Okazało się jednak, że zwiększony koszt produkcji związany z zastosowaniem stali nierdzewnej nie zawsze jest do zaakceptowania przez inwestorów, mimo opłacalności takiego rozwiązania w dłuższym czasie użytkowania. Pojawiły się tutaj, niestety, znane wszystkim problemy polskiego górnictwa, wynikające głównie ze



Rys.1 Widok osadzarki OM20 w KWK Rydułtowy-Anna [12]

Fig. 1 Pulsated jig OM20 in Rydułtowy-Anna coal mine [12]

względów finansowych i często krótkowzrocznej polityki inwestycyjnej.

Mimo wszystko nowe osadzarki mialowe OM w ciągu ostatnich 10 lat zostały wyprodukowane i zabudowane, bądź są w trakcie montażu, w zakładach przerobczych wymienionych w Tabeli 1, co świadczy o ich niezastąpionej roli w produkcji paliwa energetycznego o wysokich parametrach jakościowych.

W tym samym czasie sprawdzone w przeróbce węgla kamiennego rozwiązania konstrukcyjne znalazły zastosowanie w osadzarkach do produkcji żwiru i piasku [11]. Współpraca CMG KOMAG w zakresie dokumentacji konstrukcyjnej z firmą HYDROTECH z Rybnika jako producenta, po uzyskaniu pozytywnych wyników prób i badań prototypu wodnej osadzarki pulsacyjnej do przeróbki kruszyw mineralnych pozwoliła na jej wdrożenie do eksploatacji w 2005 roku na dwóch obiektach przemysłowych:

- w nowo wybudowanej Żwirowni KSM Sp. z o.o. w Borzęcinie, należącej do CEMEX Polska, do oczyszczania z zanieczyszczeń organicznych nadawy żwirowo - piaskowej w klasie ziarnowej 16–2(0)mm, realizatorem inwestycji w tym przypadku była firma Vibro-Eco-Tech Sp. z .o. ze Stanicy k. Gliwic,

- w Zakładzie Produkcji Kruszyw i Prefabrykatów w Suwałkach, należącym do PPMD KRUSZBET S.A., w którym w ramach projektu „Linia technologiczna do produkcji betonu i urządzenie do oczyszczania kruszyw z zanieczyszczeń” dofinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (Fundusze Strukturalne – Sektorowy Program Operacyjny – Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw) zrealizowanego w okresie od kwietnia do października 2005 roku, w którym osadzarkę zastosowano do oczyszczania nad-

awy żwirowo - piaskowej w klasie ziarnowej 16–2(0)mm z występujących w niej zanieczyszczeń mineralnych.

W następnych latach ww. osadzarki zostały zabudowane w kolejnych czterech obiektach, które wymieniono w Tabeli 2. Należy tutaj wspomnieć, że dokumentacja konstrukcyjna powstała w CMG KOMAG w Gliwicach (obecnie ITG KOMAG), a osadzarki określono nazwą „Klasyfikator pulsacyjny” [6]. Przykładowy widok osadzarki K-150 zabudowanej w Żwirowni w Bierawie wraz z przesiewaczem wibracyjnym odwadniającym produkty żwirowe pokazano na Rys. 2.

Możliwości regulacji pracy osadzarek wodnych pulsacyjnych

Przykładem możliwości regulacji pracy osadzarki może być podana poniżej analiza, oparta o prognozę wzbogacania i badania technologiczne, przeprowadzone w warunkach ruchu ciągłego zakładu przerobczego jednej z kopalń węgla kamiennego po uruchomieniu nowo zabudowanej osadzarki mialowej w zakresie osiągnięcia imperfekcji nie gorszej niż 0,16 dla gęstości rozdziału w przedziale 1,4-1,9 g/cm³.

Na podstawie przeprowadzonych badań i uzyskanych parametrów technologicznych nadawy, koncentratu i odpadów oraz w oparciu o wykonane badania wzbogacalności w tabelach 3-6 pokazano prognozowane wyniki 2-produktowego wzbogacania węgla surowego w badanej osadzarce typu OM dla podanych wyżej gęstości rozdziału i wskaźnika imperfekcji w przedziale od 0,13 do 0,16.

Przedstawione w tabelach od 3 do 6 prognozowane wyniki wzbogacania pokazują jednoznacznie, że najwyższe wychody koncentratu przy jego zapopieleniu ok. 6,6% i minimalnych stratach węgla (frakcji <1,5 g/

Tab. 1 Wykaz zakładów przerobczych KWK z nowymi osadzarkami wodnymi pulsacyjnymi

Tab. 1 New pulsated jigs in coal mine preparation plants

KWK	Ilość sztuk	System sterowania	Wykonawca
Rydułtowy-Anna ruch Rydułtowy	1	EMAG	WRĘBOWA
Sośnica-Makoszowy ruch Makoszowy	1	BGG	PROREM
Knurów	1	BGG	PEMUG
Borynia	2	BGG	PROREM
Bogdanka (w trakcie montażu)	4	EMAG	PROREM
Jas - Mos	1	BGG	PROREM
Jankowice (w trakcie prac warsztatowych)	2	BGG	PROREM
Pniówek	1	BGG	PROREM
Krupiński (modernizacja osadzarek dwukorytowych OS)	3	BGG	PROREM

Tab. 2 Zakłady przerobcze kruszyw mineralnych z nowymi osadzarkami wodnymi pulsacyjnymi [6, 11]

Tab. 2 New pulsated jigs in mineral preparation plants [6, 11]

Zakład produkcji kruszyw	Ilość sztuk	System sterowania	Wykonawca
Żwirownia KSM sp. z o.o. w Borzęcinie CEMEX Polska	1	MICRO	HYDROTECH, KOMAG
ZPKiP PPMD KRUSZBET S.A. w Suwałkach	1		
PRInż. Surowce sp. z o.o. w Januszkowicach CEMEX Polska	1		
ZPBetonów PUH M+ sp. z o.o. w Kędzierzynie-Koźlu	1		
Żwirownia Bierawa CEMEX Polska	1		
Żwirownia Rokitno	1		

cm³) w odpadach na poziomie 0,2% uzyskuje się dla najwyższych gęstości rozdziału. Zwiększenie gęstości rozdziału w przedmiotowej osadzarce wpływa korzystnie na proces wzbogacania i skutkuje poprawą wskaźników ekonomicznych produkcji koncentratu węglowego, wynikających z jego większego wychodu (na poziomie 74,5%) przy zapozieleniu ok. 6,6% i minimalnych stratach węgla w odpadach. Uzyskany w badaniach technologicznych przemysłowych wskaźnik imperfekcji poniżej I=0,13 przy gęstości rozdziału ok. 2,0g/cm³ potwierdza pokazane w tabelach 1-4 zależności pomiędzy gęstością rozdziału, wychodem i zapozieleniem koncentratu oraz stratami węgla w odpadach oraz pokazuje linię trendu.

Odnosząc przedstawione wyżej wyniki do badań przemysłowych przedmiotowej osadzarki można zauważyć, że zastosowanie gęstości rozdziału ok. 2,0g/cm³ pozwala na uzyskanie jeszcze większego (74,85%) wychodu koncentratu i minimalnych (0,17%) strat węgla w odpadach, w stosunku do wychodu 74,4-74,5% przy gęstości rozdziału 1,9 g/cm³ i stratach węgla w odpadach na poziomie 0,2%, dla wskaźnika imperfekcji 0,13-0,16, jednak dalsze zwiększanie gęstości rozdziału >2,0g/cm³ spowoduje, oprócz zwiększenia wychodu koncentratu, jednocześnie znaczne zwiększenie jego zapozielenia. Oczywiście ekonomicznie korzystny wysoki wychód koncentratu musi być korelowany uzyskiwanym zapozieleniem tak, aby uzyskać produkt o wymaganych przez odbiorcę parametrach technologicznych.

Przeprowadzone badania technologiczne pokazały możliwości regulacji pracy osadzarki z systemem elektronicznego sterowania i jej prawidłową pracę w warunkach ruchu ciągłego zakładu przerobczego kopalni węgla kamiennego, pozwalając na uzyskanie najkorzystniejszych wyników wzbogacania pod względem wychodu i zapozielenia koncentratu oraz strat frakcji <1,5 g/cm³ w odpadach, które uzyskano przy gęstości rozdziału 2,0 g/cm³.

Co prawda ustawienie niższej gęstości rozdziału w granicach od 1,4 do 1,9 g/cm³ pozwoli na uzyskanie wskaźnika imperfekcji <0,16, jednak pogorszy wynik ekonomiczny, wynikający ze zmniejszonego wychodu produktu koncentratowego.

Powyższa przykładowa analiza pokazuje możliwości regulacji pracy polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych, płynące z zastosowanego systemu sterowania, dające użytkownikowi możliwość prowadzenia elastycznej produkcji, dostosowując parametry jakościowe uzyskiwanych pro-

duktów wzbogacania do wymogów odbiorców.

Podobnie jest z osadzarkami do produkcji żwirów i piasków, które w rozwiązaniach konstrukcyjnych wykorzystują wszystkie techniczne zalety systemów sterowania, stosowanych w osadzarkach do wzbogacania węgla kamiennego, opierając zasadę działania o konstrukcję sprawdzoną w przemyśle węglowym.

Osadzarki do wzbogacania żwirów i piasków

Zasada działania wodnej osadzarki pulsacyjnej do wzbogacania żwiru i piasku opiera się na typowym procesie wzbogacania grawitacyjnego minerałów i polega na rozwarstwieniu w pulsującym ośrodku wodnym odpowiednio przygotowanej nadawy wg jej składu ziarnowego oraz gęstości składników. Wyniki badań technologicznych osadzarek przemysłowych potwierdzają ich przydatność do rozdziału nadawy żwirowo-piaskowej o granulacji 16–2(0)mm na dwa produkty oraz wydzielania zanieczyszczeń organicznych i mineralnych z pozyskiwanych kruszyw. Innowacyjny system sterowania, poprzez wykorzystanie napędu elektropneumatycznego z zaworem pulsacyjnym specjalnej konstrukcji, pozwala na dobór charakterystyki pulsacji wody w zależności od parametrów technologicznych nadawy oraz steruje odbiorem żwiru za pomocą impulsów elektrycznych, podawanych przez czujnik pływakowy [8].

Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne tych osadzarek umożliwiają ich zabudowę i eksploatację w ciągu technologicznym dowolnego zakładu produkcji kruszywa, spełniającego wymagania norm jakościowych, oraz dostosowanie parametrów technologicznych produktów do wymagań rynku. Uzyskiwana sprawność wydzielania zanieczyszczeń organicznych z nadawy żwirowej 16–2(0) mm, sięgająca 90%, pozwala na stosowanie do tego procesu wodnej osadzarki pulsacyjnej, jako rozwiązania alternatywnego dla dostępnych w tej klasie wyrobów z importu, z gwarancją otrzymania zadowalających wyników, zgodnych z wymaganiami użytkownika [11].

Parametry techniczne polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych

Przykładowe parametry techniczne osiągnięte w osadzarkach polskiej produkcji pokazano w Tabeli 7 i Tabeli 8. Należy tutaj zaznaczyć, że podane typy osadzarek oraz ich wydajności mogą się różnić w zależności od wymagań i stosowanego przez inwestora nazewnictwa.

Tab. 3 Prognozowane wyniki wzbogacania węgla w osadzarkach OM dla imperfekcji I=0,13

Tab. 2 New pulsated jigs in mineral preparation plants [6, 11]

Gęstość rozdziału, g/cm ³	Imperfekcja	Koncentrat		Odpady		
		Wychód, %	Popiół, %	Wychód, %	Popiół, %	< 1,5 g/cm ³
1,4	0,13	61,8	4,2	38,2	61,7	22,6
1,5	0,13	69,2	4,9	30,8	74,2	5,5
1,6	0,13	71,7	5,3	28,3	79,0	0,9
1,7	0,13	72,9	5,7	27,1	81,3	0,2
1,8	0,13	73,7	6,1	26,3	82,6	0,2
1,9	0,13	74,4	6,5	25,6	83,6	0,2



Rys. 2 Widok osadzarki K-150 w Żwirowni w Bierawie

Fig. 2 Pulsated jig K-150 in Bierawa preparation plant

Tab. 4 Prognozowane wyniki wzbogacania węgla w osadzarce OM dla imperfekcji I=0,14

Tab. 4 Coal beneficiation prognostic parameters for OM jig imperfection I=0,14

Gęstość rozdziału, g/cm ³	Imperfekcja	Koncentrat		Odpady		
		Wychód, %	Popiół, %	Wychód, %	Popiół, %	< 1,5 g/cm ³
1,4	0,14	61,4	4,2	38,6	61,2	23,4
1,5	0,14	69,0	4,9	31,0	73,6	6,5
1,6	0,14	71,6	5,3	28,4	78,8	1,3
1,7	0,14	72,8	5,7	27,2	81,2	0,2
1,8	0,14	73,7	6,1	26,3	82,6	0,2
1,9	0,14	74,4	6,5	25,6	83,5	0,2

Tab. 5 Prognozowane wyniki wzbogacania węgla w osadzarce OM dla imperfekcji I=0,15

Tab. 5 Coal beneficiation prognostic parameters for OM jig imperfection I=0,15

Gęstość rozdziału, g/cm ³	Imperfekcja	Koncentrat		Odpady		
		Wychód, %	Popiół, %	Wychód, %	Popiół, %	< 1,5 g/cm ³
1,4	0,15	61,1	4,2	38,9	60,7	24,2
1,5	0,15	68,7	4,9	31,3	73,0	7,4
1,6	0,15	71,5	5,3	28,5	78,6	1,6
1,7	0,15	72,8	5,7	27,2	81,1	0,3
1,8	0,15	73,7	6,1	26,3	82,5	0,2
1,9	0,15	74,4	6,6	25,6	83,4	0,2

Tab. 6 Prognozowane wyniki wzbogacania węgla w osadzarce OM dla imperfekcji I=0,16

Tab. 6 Coal beneficiation prognostic parameters for OM jig imperfection I=0,16

Gęstość rozdziału, g/cm ³	Imperfekcja	Koncentrat		Odpady		
		Wychód, %	Popiół, %	Wychód, %	Popiół, %	< 1,5 g/cm ³
1,4	0,16	60,8	4,2	39,2	60,2	24,9
1,5	0,16	68,4	4,9	31,6	72,4	8,4
1,6	0,16	71,4	5,3	28,6	78,3	2,1
1,7	0,16	72,8	5,7	27,2	80,9	0,5
1,8	0,16	73,7	6,1	26,3	82,4	0,2
1,9	0,16	74,5	6,6	25,5	83,4	0,2

Jednocześnie podany ogólnie typoszereg może być rozbudowywany w zależności od wymagań użytkownika. W aktualnej sytuacji istnieje możliwość doboru i ewentualnie skonstruowania osadzarki dla każdego rodzaju nadawy węglowej lub żwirowo-piaskowej i dowolnej wydajności w zależności od potrzeb danej kopalni [9].

Bezodpadowa produkcja surowców mineralnych

Niezależnie od stosowania różnych typów wzbogacalników w przemyśle górniczym osadzarki wodne pulsacyjne pozostają nadal najchętniej i najszerzej stosowanymi w przeróbce surowców mineralnych, szczególnie węgla kamiennego.

Prowadzone od wielu lat prace badawcze w zakresie

osadzarkowego procesu wzbogacania wykazały, że odpowiedni dobór charakterystyki cyklu pulsacji wody dla danego rodzaju wzbogacanego węgla czy nadawy żwirowo-piaskowej wpływa w zasadniczy sposób na uzyskiwane parametry technologiczne procesu. Duże znaczenie ma także odpowiedni dobór rodzaju pokładu sitowego, w którym konstrukcja otworów powinna korelować z parametrami granulometrycznymi i densymetrycznymi wzbogacanego materiału. Wpływa to bowiem na poprawny transport wzbogacanej nadawy, ilość ziaren przepadających przez pokład sitowy, zapotrzebowanie wody oraz ilość i ciśnienie zużywanego powietrza roboczego. Jednoczesne zapewnienie stabilności ilościowej i jakościowej wzbogacanej nadawy [4] sprawia, że jakość otrzymywanych produktów

Tab. 7 Parametry techniczne polskich osadzarek do wzbogacania węgla kamiennego

Tab. 7 Technical parameters of polish jigs for hard coal beneficiation

Parametr	J.m.	Osadzarka miałowa	Osadzarka średnioziarnowa	Osadzarka ziarnowa
		OM8...36	OS8...36	OZ8...36
Nadawa	mm	30/20 do 0,5	50 do 0,5	120 do 20
Wydajność	Mg/h	do 25 na 1 m ² sita		
Powierzchnia robocza	m ²	8 do 36		
Liczba koryt	–	1 lub 2		
Liczba przedziałów	–	2-3 lub 4-6		
Ciśnienie powietrza roboczego	MPa	0,03 do 0,045		
Zapotrzebowanie wody roboczej	m ³	1,5 do 2,0 na 1 Mg/h wzbogacanej nadawy		
Napięcie zasilania	V	230 (system elektronicznego sterowania) 380/500 (stacja hydrauliczna)		
Produkty końcowe	–	koncentrat, odpady (wzbogacanie 2-produktowe) koncentrat, półprodukt, odpady (wzbogacanie 3-produktowe)		
Imperfekcja (średnio)	–	0,15		
System elektronicznego sterowania	–	1		

Tab. 8 Parametry techniczne polskich osadzarek do wzbogacania nadaw żwirowo-piaskowych

Tab. 8 Technical parameters of polish jigs for gravel and sand preparation

Parametr	J.m.	Osadzarka żwirowa
		100/150/200
Nadawa	mm	32(16) do 2(0)
Wydajność	Mg/h	do 35 na 1 m ² sita
Powierzchnia robocza	m ²	4 do 8
Liczba koryt	–	1
Liczba przedziałów	–	1
Ciśnienie powietrza roboczego	MPa	od 0,35 do 0,04
Zapotrzebowanie wody roboczej	m ³	1,5 do 2,0 na 1 Mg/h wzbogacanej nadawy
Napięcie zasilania	V	230 (system elektronicznego sterowania) 380/500 (stacja hydrauliczna)
Produkty końcowe	–	żwir, piasek, zanieczyszczenia organiczne i/lub mineralne
Sprawność wydzielania zanieczyszczeń (średnio)	%	90
Dopuszczalna ilość piasku w nadawie	%	35
System elektronicznego sterowania	–	1

znacznie wzrasta, a osadzarka staje się maszyną w pełni konkurencyjną w stosunku do innych typów wzbogacalników grawitacyjnych przy wysokiej wydajności jednostkowej, stosunkowo niskich kosztach wzbogacania i czystości technologii, co ma szczególne znaczenie dla ochrony środowiska naturalnego.

Wysoka skuteczność pracy polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych pozwala na bezodpadową produkcję, dającą możliwość nazywania tradycyjnych odpadów produktami nadającymi się do dalszego przemysłowego wykorzystania [7]. Dotyczy to zarówno odpadów kamiennych, uzyskiwanych w procesie wzbogacania węgla kamiennego, jak też odpadów organicznych czy mineralnych pochodzących z wzbogacania nadaw żwirowo-piaskowych. Umożliwia to zagospodarowanie wszystkich uzyskiwanych w trakcie procesu wzbogacania produktów w różnych technologiach górniczych dołowych i powierzchniowych [3], co pozwala na uzasadnione użycie określenia osadzarek mianem urządzeń do bezodpadowej produkcji [5, 13].

Podsumowanie

Analizując dostępne na polskim rynku technologie przeróbki węgla kamiennego [14] wydaje się, że wzbogacanie w ośrodku wodnym, szczególnie w osadzarkach wodnych pulsacyjnych, będzie w najbliższych latach w dalszym ciągu wiodącym procesem w produkcji paliwa energetycznego. Podstawowe zadania polskiego górnictwa na dzisiaj to obniżenie kosztów produkcji i poprawa jakości uzyskiwanych produktów. Stosowanie w tym celu płuczek wodnych, opartych o polskie osadzarki, daje w tym zakresie bardzo szerokie możliwości. Ciągły rozwój tej technologii wzbogacania pozwala aktualnie na bardzo elastyczne prowadzenie ruchu w zakładach przeróbki węgla,

przy pełnej automatyzacji procesu. Daje to ogromne możliwości w zakresie stosowania tzw. „czystych technologii węglowych”. Jednocześnie na podkreślenie zasługuje fakt, że wieloletnie doświadczenia w konstruowaniu osadzarek pozwoliły na wygenerowanie „wartości dodanej” w postaci polskiej konstrukcji osadzarki do wzbogacania żwirów i piasków.

W związku z tym można w aktualnej sytuacji polskiego górnictwa powiedzieć, że osadzarka wodna pulsacyjna jest niezastąpioną maszyną, która w różnych zastosowaniach pozwala na pozyskiwanie różnych surowców mineralnych przy minimalnych kosztach eksploatacyjnych i stosunkowo łatwej obsłudze. Stosowane dzisiaj systemy sterowania zapewniają otrzymanie produktów spełniających normy jakościowe zarówno dla paliwa węglowego, jak i kruszyw mineralnych w różnych klasach ziarnowych. Pozwala to jednocześnie na prowadzenie bezodpadowej produkcji, która wiąże się z wydzielaniem tradycyjnych „odpadów” pod kątem ich dalszego zagospodarowania [7].

Oczywiście dalszy rozwój tej technologii w kraju będzie związany ze strategiami biznesowymi głównych producentów węgla i kruszyw mineralnych oraz polityką państwa w zakresie prywatyzacji polskiego górnictwa. Przyjęte w tym zakresie rozwiązania powinny uwzględniać realizację wytycznych i wniosków z wykonanych w ostatnich latach projektów typu „foresight” [3, 16], w których wyraźnie podkreślono konieczność modernizacji i rozwoju polskiej przeróbki przez zastosowanie efektywnych i najtańszych technologii i technik wzbogacania węgla. Technologie te powinny być oparte na wzbogacaniu węgla średnio i grubo uziarnionych oraz węgla drobnego z zastosowaniem wzbogacalników z cieczą ciężką DISA i polskich osadzarek wodnych pulsacyjnych [14].

Literatura - References

1. Będkowski Z., *Zagadnienie automatyzacji procesu wzbogacania węgla w wodnych osadzarkach – doświadczenia, wnioski i opinie z aplikacji systemów sterowania Centrum EMAG, Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 2005, Nr 6(413)*
2. Głowiak S., Jędo A., Śmiejek Z., *Polska wodna osadzarka pulsacyjna sterowana elektronicznie – 25 lat istnienia produktu w krajowych i zagranicznych instalacjach przerobczych, KOMEKO 2004 – materiały konferencyjne, Wydawnictwo CMG KOMAG, Ustroń 2004*
3. Góralczyk S. i inni, *Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego, Wydawnictwo Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Warszawa 2011*
4. Kalemba J., *Wpływ stabilności nadawy wzbogacanej w osadzarkę na deklarowaną jakość produkowanego koncentratu. Materiały konferencji nt. „Mechaniczna przeróbka kopalin i gospodarka odpadami w aspekcie ochrony środowiska”, Wydawnictwo CMG KOMAG, Szczyrk 1995*
5. Koperski J., Lech B., *Produkcja kruszyw z odpadów powęglowych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007*

6. Kowol D., Matusiak P., *Zastosowanie klasyfikatora pulsacyjnego KOMAG do oczyszczania trudnowzbogacalnych surowców mineralnych*, Mining Science Volume 21(1), Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2014
7. Kuczyńska I., Bednarek A., Marcinkiewicz D., Cukiernik Z., Demkiewicz B., *Nowe spojrzenie na procesy przeróbki w kontekście minimalizacji odpadów*, Innowacyjne systemy przeróbcze surowców mineralnych. Wydawnictwo CMG KOMAG, Gliwice 2006
8. Lutyński A., Osoba M., *Wpływ charakterystyki pulsacji wody w wodnych osadzarkach pulsacyjnych na proces pozyskiwania wybranych produktów mineralnych*, Prace Naukowe – Monografie CMG KOMAG nr 18, CMG KOMAG, ISBN 978-83-60708-06-4, Gliwice 2007
9. Osoba M., Lutyński A., *Dobór technologiczny osadzarek wodnych pulsacyjnych w procesie projektowania*, Kwartalnik AGH, Górnictwo i Geoinżynieria Rok 33 Zeszyt 4, Kraków 2009
10. Osoba M.: *Osadzarki wodne pulsacyjne typu KOMAG, maszyny sprawdzone w przeróbce surowców mineralnych*, Maszyny Górnicze Nr 4(104)/2005
11. Osoba M., *Osadzarki wodne pulsacyjne KOMAG do przeróbki żwiru i piasku*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 119, Seria: Konferencje Nr 48, Kruszywa Mineralne - Szklarska Poręba 2007, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
12. Osoba M., *Nowe osadzarki wodne pulsacyjne KOMAG w instalacjach do przeróbki węgla kamiennego i kruszyw mineralnych*. Maszyny Górnicze Nr 1/2008
13. Osoba M., *Odkamienianie urobku surowego węgla kamiennego*, Kwartalnik Politechniki Śląskiej, Górnictwo i Geologia Tom 6 Zeszyt 2, Gliwice 2011
14. Osoba M., *Technologie wzbogacania grawitacyjnego węgla kamiennych w Polsce*, Przegląd Górniczy, Tom 67 nr 7/8, 2011
15. Tejszerski J., Jasiulek D., Pajak T., Osoba M., *System sterowania osadzarką KOMAG*. Maszyny Górnicze Nr 1/2008
16. Turek M. i inni, *Scenariusze rozwoju technologicznego przemysłu wydobywczego węgla kamiennego*, Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa, Katowice 2008

Polish-type jigs designs for coal and mineral processing

The purpose of this paper is to review recent designs of polish pulsating jigs for hard coal and gravel-and-sand preparation which have been developed in Poland. In last years the design of such jigs has undergone complete modification. Many producers of electronic control systems have also made a real contribution to the automation of the cleaning process. The polish jigs have become fully competitive with other types of gravity separators. This article shows basic technical parameters of polish jigs on the basis of its high capacity per unit with high imperfection in coal preparation plant or high efficiency separate gravel and sand in mineral preparation plant. The adoption of a computer-controlled system in the design of the jigs have provided several advantages, for example control of water pulsation within any selected cycles, automatic control over the collection of the bed, automatic control over the loosing of the bed, relatively low costs of cleaning and its overall "clean" technology with potential ability to reuse "waste". The latter aspect of coal and rocks separation or gravel, sand and organic or mineral contaminants separation is particularly important for environment protection.

Keywords: hard coal, gravel, sand, gravity beneficiation