

Kazimierz SZTABA*

Alicja NOWAK*

Bohdan MAKARY*

BADANIA NAD WPŁYWEM ODMULANIA NADAWY NA WYNIKI WZBOGACANIA MIAŁU WĘGLOWEGO W OSADZARCE

W referacie przedstawiono wyniki badań nad wzbogacaniem odmulonych i nieodmulonych miał węgla energetycznych z kopalń "Jaworzno" i "Janina". Miały te różnią się przede wszystkim charakterem skały płonnej, a ich wspólną cechą jest podwyższona zawartość siarki, zwłaszcza pirytowej. Proces wzbogacania prowadzony był w cieczach ciężkich, w laboratoryjnej osadzarce pierścieniowej oraz w osadzarce membranowej o ruchu półciągiym (rozdziłał dwu i trójproduktowy). W efekcie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono konieczność odmulania miał przed wzbogacaniem i uzyskano uogólnienia, które powinny być wykorzystane w pracach projektowych dotyczących wzbogacania miał węglowych.

Wprowadzenie

W praktyce przemysłowej krajów rozwiniętych, pewne kanony technologii wzbogacania miał węgla energetycznych zostały już ustalone. Wykazano m.in. wpływ wielkości ziarn wzbogacanego materiału na dokładność rozdziálu. Stwierdzono, że dokładność ta na ogół maleje wraz ze wzrostem udziału ziarn drobnych w nadawie.

Zwiększanie się ilości ziarn mułu węglowego podczas procesu technologicznego (tzw. ściery) powoduje, w przypadku procesu wzbogacania miał energetycznych, obniżenie wskaźników jakościowych otrzymywanych produktów.

Wraz z pilną koniecznością konsekwentnego wprowadzania wzbogacania miał wymuszona przez względy ekonomiczne i ekologiczne, problem jednoznacznego stwierdzenia potrzeby odmulania ich przed wzbogacaniem grawitacyjnym nabiera znaczenia podstawowego. Dotychczasowe wyniki badań, oraz znane z literatury rozwiązania nie dały takich jednoznacznych wskazówek dotyczących jednej z podstawowych zasad projektowania układów technologicznych wzbogacania miał w osadzarkach.

*Instytut Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych AGH
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30.

Potrzeba weryfikacji tendencji światowych w zakresie technologii wzbogacania drobnego węgla do polskich miałów energetycznych, charakteryzujących się własną specyfiką wzbogacalności, skłoniła autorów do podjęcia badań, których głównym celem było sprecyzowanie poglądu o zasadności odmulania nadawy przed wzbogacaniem grawitacyjnym w osadzarkach.

Z uwagi na znaczenie omawianego problemu dla opracowywania nowych układów wzbogacania miałów, autorzy opracowania przedstawili w referacie m.in. szczegółowe warunki prowadzenia doświadczeń.

1. Wzbogacanie miałów węglowych

Podstawowe badania technologiczne wykonano z użyciem miałów węgla energetycznych z kopalń "Jaworzno" i "Janina". Miały te różnią się przede wszystkim pod względem charakteru skały pionnej, a ich wspólną cechą jest podwyższona zawartość siarki, zwłaszcza pirytowej. Tę ostatnią właściwość obu miałów uwzględniono świadomie, traktując cel wzbogacania równorzędnie ze względu na obniżenie zawartości popiołu i siarki w koncentracie handlowym, co ma istotne znaczenie z punktu widzenia ochrony środowiska.

Badanie podstawowych właściwości miałów surowych obejmowało: ich skład ziarnowy, gęstościowy, zawartości popiołu i siarki w poszczególnych klasach ziarnowych i frakcjach gęstościowych. Wszystkie dalej przytoczone zawartości popiołu i siarki dotyczą węgla w stanie analitycznym.

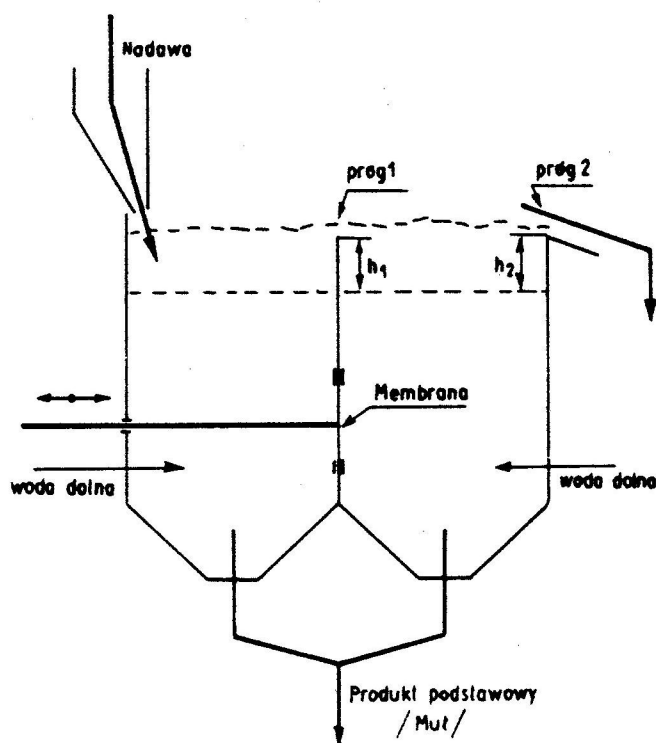
Odmulanie dużych próbek miałów węglowych prowadzone było na drodze hydrodynamicznej przy użyciu płaskich, pochylonych zbiorników z przelewem. Odpowiednio dobrana prędkość przepływającego przez warstwę węgla strumienia wody zapewniała otrzymanieżądanego (ok. 0.5 mm) ziarna podziałowego. Do odmulania próbki miału z kopalni "Jaworzno" zastosowano dodatkowo laboratoryjne sito łukowe.

Wzbogacanie grawitacyjne odmulonych i nieodmulonych miałów węglowych przeprowadzono w cieczach ciężkich, w laboratoryjnej osadzarkę pierścieniowej oraz w osadzarkę membranowej o ruchu półciągiym.

Jako ciecz ciężkie zastosowano wodne roztwory $ZnCl_2$ o gęstościach 1400 i 2000 kg/m^3 . Elementem roboczym laboratoryjnej osadzarki pierścieniowej była kolumna złożona z osiowo połączonych pierścieni o średnicach wewnętrznych 150 mm i wysokości 20 mm. Kolumna wykonywała pionowe ruchy posuwisto-zwrotne w cylindrze napełnionym wodą. Częstotliwość drgań wynosiła 120 na minutę, a długość skoku 85 mm. Odbiór poszczególnych frakcji następował po zdjęciu odpowiedniej liczby pierścieni. Wzbogacaniu poddawano około sześciokilogramowe próbki materiału. Czas wzbogacania wynosił w każdym przypadku 20 min. Rezultaty

badan prowadzonych przy użyciu laboratoryjnej osadzarki pierścieniowej posłużyły przede wszystkim do określenia kształtowania się w wyniku wzbogacania, właściwości materiału na różnych poziomach jego warstwy (grubość tej warstwy ustalono na 30 cm) i nie były podstawą do dalszych uogólnień.

Zasadnicze doświadczenia technologiczne wykonywano w osadzarce membranowej. Schemat osadzarki przedstawiono na rys.1. Składa się ona z dwóch szeregowo połączonych komór oddzielonych sitami od przedziałów podstawowych. Długość każdej komory wynosi 345 mm, a szerokość 335 mm. Wysokość przedziałów roboczych jest równa 180 mm dla pierwszej i 200 mm dla drugiej komory. Nadawa podawana jest do pierwszej komory ze zbiornika zasilanego wodą. Do każdej komory doprowadzona jest tzw. woda dolna. Pomiędzy komorą pierwszą i drugą oraz za komorą drugą znajdują się progi, których wysokość można regulować. Pulsację wody uzyskuje się poprzez drgania membrany znajdującej się w przegrodzie pomiędzy obiema komorami.



Rys.1. Schemat osadzarki

Badania nad rozdziałem miazg prowadzono przy częstotliwości pulsacji 250/min. oraz amplitudzie 15 mm. Przy wzbogacaniu

dwuproduktowym i założonej gęstości rozdziału $\rho_{50} = 1400 \text{ kg/m}^3$, ustalono wysokość progu I (między pierwszą i drugą komorą) na 24 mm, a wysokość progu II (za drugą komorą) na 42 mm. W związku z małą zawartością w badanych miazach frakcji o gęstości 1400-2000 kg/m^3 , wzbogacanie trójproduktowe wykonywano w dwu etapach. Etap I to wzbogacanie przy założonej gęstości 1400 kg/m^3 - jak opisano wyżej. Etap II obejmował rozdział materiału zebranego z sit obu komór osadzarki przy założonym $\rho_{50} = 2000 \text{ kg/m}^3$ i wysokości progu II równej 30 mm.

Do wzbogacania w osadzarce membranowej kierowano jednorazowo czterdziestokilogramowe porcje miazu.

Rozdział trójproduktowy prowadzony był jako pierwszy stopień w przypadku wzbogacania dwustopniowego. Produkt pośredni ($2000 > P > 1400$) był w takim przypadku dokruszany do uziarnienia poniżej 6 mm i po połączeniu z pozostałymi produktami pierwszego stopnia wzbogacania, kierowany do wzbogacania stopnia drugiego, tym razem dwuproduktowego.

Badania nad wzbogacaniem grawitacyjnym odmulonych i nieodmulonych miazów węglowych prowadzone były w znacznie szerszym zakresie dla miaz z kopalni "Jaworzno", który potraktowano jako materiał główny. Uzyskano w ten sposób możliwość powtórzenia niektórych doświadczeń w celu wzmocnienia wiarygodności późniejszych wniosków. Badania nad wzbogacaniem miazu z KWK "Janina" prowadzono według skróconego planu, ze zmniejszeniem liczby doświadczeń równoległych.

2. Wyniki doświadczeń

W tabelach 1.1.-1.3. podano zestawienie otrzymanych rezultatów wzbogacania miazów w osadzarce membranowej. Proces wzbogacania w tym urządzeniu wybrano - jak już wspomniano - jako główny proces wzbogacania. Wynikało to zarówno z względnej dostępności takich urządzeń jak też prostoty i niezawodności ich działania, a także ze stosunkowo niskich kosztów eksploatacyjnych.

Powożane tabele obejmują wyniki obliczeń charakterystyk produktów końcowych tzn. koncentratu - tab. 1.1, i odpadów - tab. 1.2 (w przypadku wzbogacania dwustopniowego są to koncentrat i odpady drugiego stopnia) oraz całości mułów otrzymanych od początku przerabiania materiału surowego - tab. 1.3. Na muły te składają się: materiał drobny otrzymany przy odmulaniu miaz surowego i produkty podsitowe (jeden lub dwa) otrzymywane w osadzarce.

Niezbędne wyjaśnienia szczegółowe znajdują się w przypisach do tabeli 1.1. Nie uwzględnione tam oznaczenia symbolizują:

$\gamma_k, \gamma_o, \gamma_m$ (%) - wychód - odpowiednio: koncentratu, odpadów, mułu
 p (%) - zawartość popiołu, ($\approx A^a$),

Tabela 1.1

Rozdział składników pomiędzy produkty końcowe wzbogacania miazd w osadzanie membranowej

KONCENTRAT

Lp.	Stopni wzbo- gania	Kopalnia	Odmulanie nadawy	η_k %	p %	E_p %	w %	E_w %	s %	E_g %
1	1	Jaworzno	Nie	59,79	15,95	34,08	84,05	69,78	1,17	22,48
2	1	Janina	Nie	73,58	13,16	43,32	86,84	82,29	1,13	41,47
3	1	Jaworzno	Tak	61,75	6,84	19,34	93,16	74,19	1,12	25,57
4	1	Jaworzno	Tak	50,63	8,44	17,33	91,56	61,68	1,46	23,85
5	1	Jaworzno	Tak	52,40	7,52	16,53	92,48	63,90	1,13	19,76
6	1	Janina	Tak	56,31	6,32	20,14	93,68	65,92	1,04	24,74
7	2 ^{cc}	Jaworzno	Tak	58,22	7,12	20,45	92,88	68,60	0,93	19,85
8	2 ^{cc}	Jaworzno	Tak	51,65	7,55	16,32	92,45	63,01	1,35	22,59
9	2 ^o	Jaworzno	Tak	55,67	6,32	18,34	93,68	56,91	1,10	27,73
10	2 ^o	Janina	Tak	60,42	6,50	26,76	93,50	58,75	1,10	41,31

Wychody η_k / i uzyski / E / obliczono w stosunku do miazdu surowego
 * w przypadku nadawy nie odmulanianej wstępnie podano charakterystykę produktu /produktów/ podsitowego,
 w przypadku nadawy odmulanianej, charakterystykę połączonego produktu: podsitowego /podsitowych/ i miazdów.

cc/ - I stopień wzbogacania w cieczach ciężkich - 1 produkt podsitowy /z II stopnia/

o/ - I stopień wzbogacania w osadzie - 2 produkty podsitowe /w obu stopni/.

Tabela 1.2

Rozdział skłedników pomiędzy produkty końcowe wzbogacania miałów w osadzanie membranowej

ODPADY

Lp.	Stopni wzboga- cania	Kopalnia	Odmulenie nadawy	η_o %	p %	E_p %	w %	E_w %	s %	E_s %
1	1	Jaworzno	Nie	21,12	54,48	41,11	45,52	13,35	7,60	51,57
2	1	Janina	Nie	13,92	52,16	32,48	47,84	8,58	4,73	32,84
3	1	Jaworzno	Tak	16,59	55,18	41,91	44,82	9,59	6,79	45,36
4	1	Jaworzno	Tak	21,63	45,10	39,56	54,90	15,80	6,85	47,88
5	1	Jaworzno	Tak	21,54	46,92	42,39	53,08	15,08	7,65	55,01
6	1	Janina	Tak	15,61	34,10	30,12	65,90	12,86	6,61	43,59
7	2 ^{CC}	Jaworzno	Tak	11,45	54,45	30,75	45,55	6,62	9,50	39,78
8	2 ^{CC}	Jaworzno	Tak	17,54	50,64	37,20	49,36	11,42	7,85	44,61
9	2 ^O	Jaworzno	Tak	14,34	47,03	35,18	52,97	8,28	7,68	49,87
10	2 ^O	Janina	Tak	6,83	35,84	16,62	64,16	4,55	7,34	31,13

Oznaczenia i uwagi dodatkowe jak w tabeli 1.1.

Tabela 1.3

Rozdział składników pomiędzy produkty końcowe wzbogacania miazów w osadzanie membranowej

MUL + produkty podsiłowe*

Lp.	Stopni wzoga- cania	Kopalnia	Odmulanie nadawy	Q_m %	p %	E_p %	w %	E_w %	s %	E_s %
1	1	Jaworzno	Nie	19,09	36,37	24,81	63,63	16,87	4,23	25,95
2	1	Janina	Nie	12,50	43,30	24,21	56,70	9,13	4,12	25,69
3	1	Jaworzno	Tak	21,66	43,51	38,75	56,49	16,22	3,01	26,78
4	1	Jaworzno	Tak	27,74	39,40	43,11	60,60	22,52	2,98	28,27
5	1	Jaworzno	Tak	26,06	39,49	41,08	60,51	21,02	2,74	25,23
6	1	Janina	Tak	28,08	42,80	49,74	57,20	21,22	2,63	31,67
7	2 ^{CC}	Jaworzno	Tak	30,33	37,14	48,80	62,86	24,78	3,54	40,37
8	2 ^{CC}	Jaworzno	Tak	30,81	37,69	46,48	62,31	25,57	3,12	32,80
9	2 ^O	Jaworzno	Tak	29,99	40,25	46,48	59,75	34,81	3,31	22,40
10	2 ^O	Janina	Tak	32,75	42,03	56,57	57,97	36,70	2,77	27,56

Oznaczenia i uwagi dodatkowe jak w tabeli 1.1.

w (%) - zawartość części palnych, ($\approx 100 - A^a$),

s (%) - zawartość siarki, ($\approx S_c^a$),

E_p, E_w, E_s - uzysk - odpowiednio: popiołu, węgla, siarki.

Jak widać z przedstawionych tabel, wyniki wzbogacania analizowano w odniesieniu do tradycyjnie przyjmowanych zawartości popiołu oraz siarki. Uwzględniając jednak priorytetową wagę racjonalnej gospodarki paliwami - w tym przypadku węglem - wprowadzono jeszcze konsekwentnie analizowanie zawartości i uzysków części palnych w koncentracie, odpadach oraz mułach, traktowanych jako wartościowy materiał do dalszego wykorzystania, mimo iż zakres tematu nie obejmował dalszego wzbogacania tego produktu. Zawartość części palnych wyliczana jest jako formalne dopełnienie do 100 % zawartości popiołu.

3. Wnioski

Wyniki wykonanych badań potwierdzają także dla omawianych węgli aktualność najbardziej powszechnie występujących tendencji i praktyk przemysłowych w zakresie wzbogacania miazów węgla energetycznych.

W szczególności:

a) najbardziej technologicznie uzasadnione jest wzbogacanie odmulonych miazów w osadzarkach szybkobieżnych np. membranowych; uzyskuje się wówczas koncentraty o zawartości popiołu około 6 do 8,5% i uzysku części palnych 62 do 74 %, przy wychodzie 50 do 62 %, zawartość siarki w koncentracie nieznacznie przekracza 1 %, a jej uzysk wynosi ok. 25 %; z miazu niewzbogaconego uzyskuje się koncentraty o zawartości 13 do 16 % popiołu przy uzysku części palnych 70 - 82 % i zawartości siarki porównywalnej z wynikami wzbogacania poprzedzonego odmulaniem,

b) odmulanie nadawy powinno być obligatoryjne w przypadku dalszego, nawet częściowego zużytkowywania mułów. W przypadku traktowania mułów w całości jako odpadów (kierowania na składowiska) decyzja o wprowadzeniu odmulania nadawy musi uwzględniać:

- możliwość uzyskania żądanej (opłacalnej) jakości koncentratu,
- możliwość i dopuszczalność składowania mułów i ich wpływ na środowisko,
- zachowanie się siarki w procesach wzbogacania i jej wpływ na środowisko,
- całkowity koszt operacji technologicznych, transportowych i innych, związanych z przeróbką miazów.

Stwierdzono ponadto brak wystarczającego uzasadnienia dla wzbogacania dwustopniowego, z dodatkowym rozdrabnianiem produktu pośredniego otrzymywanego w pierwszym - trójproduktowym - stopniu wzbogacania, w przypadku węgla o właściwościach zbliżonych z

charakterystyka węgla poddawanych badaniom; potrzeba taka może wynikać przy kompleksowym wykorzystywaniu takich węgla, a w szczególności np. przy wydzielaniu z nich koncentratu piritowego.

4. Literatura

1. Słekińska St. - Badania nad efektywnością procesu wzbogacania w osadzarkach miazłowych klas węglowych poniżej 0.5 mm. Praca doktorska. IPIWSM AGH, Kraków 1982 r.
2. Sztaba K. i zespół - Opracowanie technologii odsiarczania miazłu z KWK "Janina", Etap II, 1985, Biblioteka IPIWSM AGH w Krakowie.
3. Sztaba K. i zespół - Opracowanie założeń technologicznych wzbogacania miazłów z KWK "Jaworzno" ze szczególnym uwzględnieniem wydzielania produktu piritowego, 1986. Biblioteka IPIWSM AGH w Krakowie.
4. Sztaba K. i zespół - Określenie najkorzystniejszych warunków technologicznych wzbogacania miazłów węgla energetycznych w osadzarkach, 1990 r. Biblioteka IPIWSM AGH w Krakowie.

ABSTRACT

Sztaba K., Nowak A., Makary B., 1991. Investigation on the influence of feed desliming on the results of fine coal jigging. Physicochem. Probl. Miner. Process., 24; 47-55 (polish text)

In the paper the results of washing deslimed and run of mine steam fine coals of Jaworzno and Janina collieries are given. These fine coals differ in respect of gangue minerals properties, their common feature is higher sulfur content especially pyritic sulfur. The washing process was carried out in heavy media, laboratory ring jig of half-continuous action (two and three products). The experiments prove necessity to deslime fine coal before washing. The suggestions were obtained which can be utilized in designing beneficiation process of fine coals.

СОДЕРЖАНИЕ

Штаба К., Новак А., Макары М., 1991. Изучение влияния обесшламливания исходного материала на результаты обогащения угольной мелочи в отсадочной машине. Физикохимические вопросы обогащения. 24; 47-55.

В статье представлены результаты исследований обогащения обесшламливаемой и необесшламливаемой мелочи энергетических углей из шахт "Яворзно" и "Янина". Эта мелочь отличается, прежде всего, по характеру пустой породы, а её общей чертой является повышенное содержание серы, в частности пиритной. Процесс обогащения протекал в тяжёлых суспензиях в лабораторной кольцевой отсадочной машине, а также в диафрагмовой отсадочной машине с циклическим движением (дбук- и трёхпродуктное обогащение). В результате проведённых опытов констатировалась необходимость обесшламливания мелочи до обогащения, были также получены обобщения, которые должны использоваться в проектных работах по обогащению угольной мелочи.