

Badania laboratoryjne skuteczności osadzarkowego wzbogacania odpadów powęglowych w klasach ziarnowych 35-3 mm oraz 35-0 mm

dr inż. Daniel Kowol
dr inż. Piotr Matusiak
Michał Łagódka
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Streszczenie:

Składowiska kopalniane odpadowe stanowią źródło materiałów użytecznych, w postaci energetycznego koncentratu węglowego oraz kruszywa alternatywnego. Efektywną metodą pozyskiwania ww. produktów jest zastosowanie klasyfikatora pulsacyjnego, urządzenia do grawitacyjnego wzbogacania materiału w pulsującym ośrodku wodnym. Jednym z czynników mającym wpływ na skuteczność rozdziału, jest skład granulometryczny materiału poddawanego wzbogacaniu. W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu drobnych ziaren na skuteczność wzbogacania odpadów powęglowych, z wykorzystaniem materiałów o uziarnieniu 35-3 mm oraz 35-0 mm.

Słowa kluczowe: odpady kopalniane, skład ziarnowy, skuteczność wzbogacania

Keywords: mining waste, granulation, efficiency of separation

Abstract:

Dump sites are a good source of useful materials, such as concentrate of steam coal and aggregates. Use of pulsating classifier, a device for gravitational separation of material in liquid medium is an effective method for recovery of abovementioned products. Granulometric composition of separated material is one of the factors affecting efficiency of separation. The results of testing the impact of small grain on beneficiation of coal waste for grain class 35-3 mm and 35-0 mm are presented.

1. Wprowadzenie

Składowiska odpadów kopalnianych, nieodłączny element krajobrazu Górnego Śląska, są efektem działalności górniczej. Wpływają one na degradację środowiska i stwarzają wiele zagrożeń w postaci pożarów, wydzielania gazów zanieczyszczających atmosferę oraz zanieczyszczania wód powierzchniowych i gruntowych [1].

W ostatnim czasie podejmowane są działania w kierunku eliminacji ww. zagrożeń mogące przyczynić się do zmniejszenia ilości terenów zajmowanych przez składowiska oraz do rekultywacji zdegradowanych obszarów i ich ponownego zagospodarowania.

Składowiska odpadów powęglowych traktowane są również coraz częściej jako wtórne złoża surowców. Bezpośrednie pozyskiwanie materiałów ze składowisk odpadów kopalnianych jest jednak ograniczone, z uwagi na ich niejednorodność pod względem właściwości fizykochemicznych i mechanicznych. Zastosowanie metody, pozwalającej na rozdział odpadów i wydzielenie z nich ziaren organicznych, może umożliwić produkcję energetycznego koncentratu węglowego oraz kruszywa alternatywnego [2].

W oparciu o wieloletnie doświadczenia Instytutu Techniki Górniczej w konstruowaniu i doborze urządzeń do grawitacyjnego wzbogacania węgla kamiennego i kruszyw w pulsującym ośrodku wodnym, opracowano konstrukcję urządzenia przeznaczonego do przetwarzania odpadów z hałd kopalnianych – klasyfikator pulsacyjny K-102 [3, 5, 6, 7, 8].

Klasyfikator wyposażono w nowoczesny system elektronicznego sterowania typu KOMAG, który umożliwia uzyskanie odpowiedniej charakterystyki pulsacji wody oraz pozwala na dokładny rozdział wzbogacanego materiału.

Wdrożenia klasyfikatora pulsacyjnego K-102 na składowisku odpadów kopalnianych wykazały możliwość pozyskiwania wysokojakościowego produktu koncentratowego o niskiej zawartości popiołu i wysokiej wartości opałowej [7, 8, 9].

Dotychczasowe egzemplarze klasyfikatora wzbogacają materiał poddany uprzednio klasyfikacji na mokro na przesiewaczach o otworach sit równych 3 mm x 3 mm.

Istotnym czynnikiem wpływającym na skuteczność wzbogacania materiału jest jego skład granulometryczny i udział w nim ziaren najdrobniejszych np. o wymiarach 3-0 mm. Wraz ze wzrostem udziału ww. ziaren ulegać może zmniejszeniu skuteczność rozdziału wzbogacanego materiału, powodując pogorszenie parametrów ilościowo-jakościowych produktów rozdziału.

W celu określenia możliwości rozszerzenia zakresu ziarnowego nadawy kierowanej do wzbogacania w klasyfikatorze pulsacyjnym przeprowadzono laboratoryjne badania porównawcze wpływu drobnych ziaren na skuteczność wzbogacania odpadów powęglowych z wykorzystaniem materiałów o uziarnieniu 35-3 mm oraz 35-0 mm [4].

2. Metodyka badań

Badania wpływu drobnych ziaren na skuteczność rozdziału odpadów kopalnianych zrealizowano na stanowisku laboratoryjnym osadzarki doświadczalnej (rys. 1), o powierzchni roboczej 0,175 m² wyposażonej w dwie komory pulsacyjne oraz elektronicznie sterowane zawory pulsacyjne powietrza roboczego. Pokład sitowy podczas badań stanowiły poliuretanowe sita o rozmiarze szczelin równym 2,5 mm.



Rys. 1. Stanowisko osadzarki doświadczalnej [4]

Materiał, który stanowił podstawę do przygotowania próbek badawczych, pobrano na składowisku odpadowym (hałdzie) w Przezchlebie. Z pobranego materiału wydzielono próbki w 2 klasach ziarnowych: 35-3 mm oraz 35-0 mm, które stanowiły nadawę do badań. W tabeli 1 przedstawiono składy granulometryczno-popiołowe ww. materiałów.

Wyniki analizy granulometryczno-popiołowej materiału w klasie ziarnowej 35-0,5(0) mm [4]

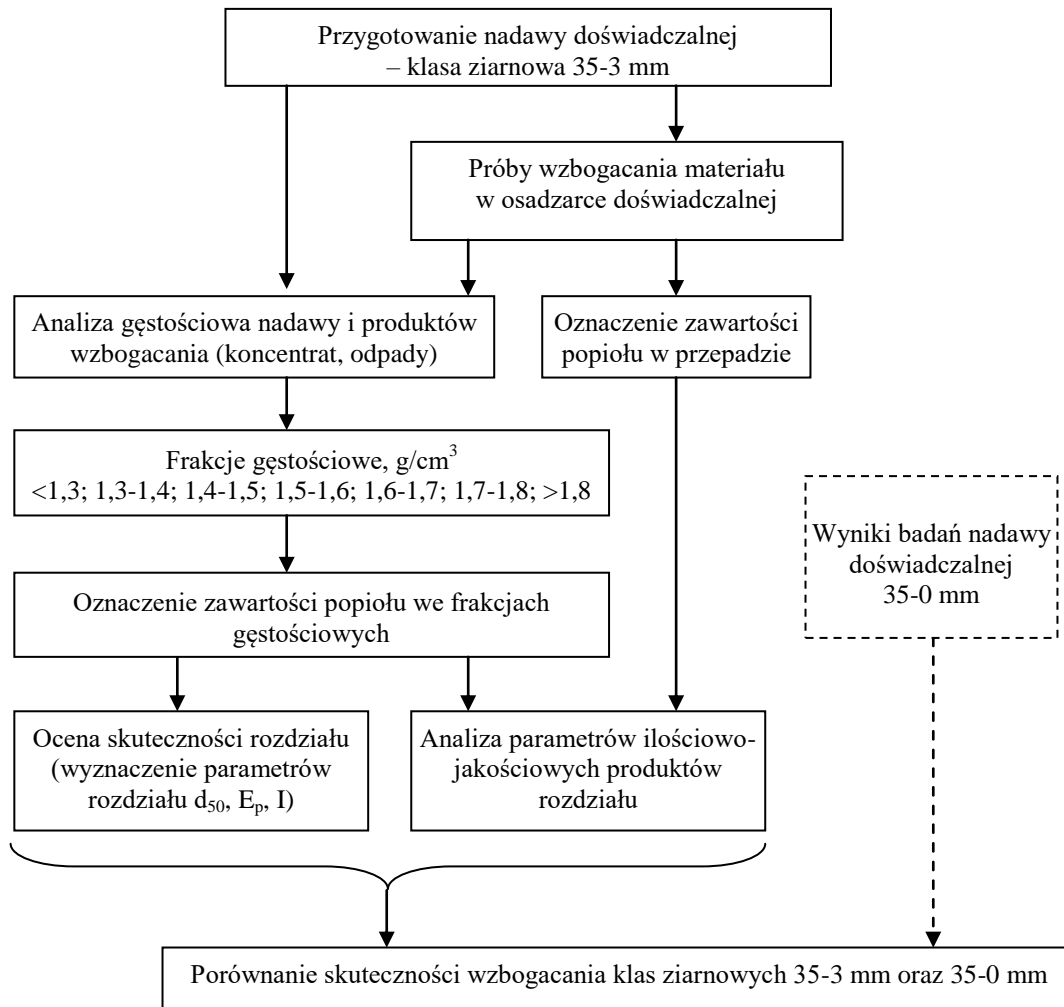
Tabela 1

Klasa ziarnowa [mm]	Wychód [%]		Zawartość popiołu [%]
35-3	75,22	80,41	76,74
3-2	6,46	6,91	76,21
2-1	7,36	7,87	76,60
1-0,5	4,50	4,81	68,39
<0,5	6,46		
Suma/Średnia*	100,00	100,00	76,29

Skład granulometryczny nadawy w klasie ziarnowej 35-0 mm charakteryzował się znacznym udziałem klasy 35-3 mm, wynoszącym 75,2%, o zawartości popiołu 76,7%. Udział klasy ziarnowej 3-0,5 mm wynosił 18,3%, a zawartość w niej popiołu była równa 74,45%. Klasa ziarnowa <0,5 mm stanowiła 6,5% całości nadawy. Skład granulometryczny nadawy będącej przedmiotem analiz gęstościowych o uziarnieniu 35-0,5 mm charakteryzował się 80,4% udziałem ziaren klasy 35-3 mm i 19,6% udziałem ziaren klasy 3-0,5 mm.

Analizy zawartości popiołu w klasach ziarnowych 35-3; 3-2; 2-1 i 1-0,5 mm wykazały, że przy średniej zawartości popiołu w materiale wynoszącej 76,29%, najmniejszym zapopieieniem, równym 68,39%, charakteryzowała się klasa 1-0,5 mm. W pozostałych klasach ziarnowych zawartość popiołu zawierała się w przedziale od 76,74% (35-3 mm) do 76,21% (3-2 mm).

Algorytm prowadzonych prac badawczych przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Algorytm prowadzonych prac badawczych [4]

Na podstawie przeprowadzanych wstępnych prób technologicznych dobrano parametry regulacyjne przepływu powietrza roboczego i wody dolnej w osadzarce, odpowiednio do rozmiaru ziaren materiału przeznaczonego do wzbogacania.

Parametry pracy osadzarki zamieszczono w tabeli 2.

Parametry pracy osadzarki [4]

Tabela 2

Parametr	Jednostka	Wartość
Częstotliwość pulsacji wody	min ⁻¹	70
Czas pojedynczego cyklu	ms	860
Czas otwarcia zaworu wlotowego	ms	200
Czas przerwy 1 międzysygnalowej	ms	310
Czas otwarcia zaworu wylotowego	ms	200
Czas przerwy 2 międzysygnalowej	ms	150
Natężenie dopływu wody dolnej	m ³ /h	3

Każde badanie rozpoczynano wprowadzeniem, uprzednio przygotowanej nadawy, do komory roboczej osadzarki. Następnie napełniano osadzarkę wodą i po załączeniu dmuchawy powietrza roboczego poddawano nadawę wzbogacaniu w czasie 60 s.

W celu oceny procesu wzbogacania, dzielono rozwarstwiony materiał na 2 części, uzyskując w ten sposób produkty wzbogacania koncentratowy i odpadowy.

Dodatkowo, uzyskiwano produkt będący przepadem, poprzez sito komory roboczej osadzarki, który, po określeniu jego ilości, łączono z materiałem dolnej warstwy, stanowiącej produkt odpadowy.

Nadawę oraz produkty wzbogacania, po ich uprzednim odmuleniu (usunięciu ziaren $<0,5$ mm), poddano analizom gęstościowym w cieczach ciężkich o gęstości 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7 oraz 1,8 g/cm³ uzyskując frakcje gęstościowe $<1,3$; 1,3-1,4; 1,4-1,5; 1,5-1,6; 1,6-1,7; 1,7-1,8; $>1,8$ g/cm³. Analizy gęstościowe wykonano zgodnie z normą PN-G-04559:1997.

W oparciu o uzyskane wyniki analiz wyznaczono, zgodnie z normą PN-G-07020:1997, wartości parametrów charakteryzujących proces rozdziału oraz jego skuteczność, takie jak: gęstość rozdziału (d_{50}), rozproszenie prawdopodobne (E_p) i imperfekcję (I).

W celu określenia parametrów jakościowych nadawy i produktów wzbogacania w otrzymanych frakcjach gęstościowych oraz w produkcie przepadu wykonano oznaczenia zawartości popiołu zgodnie z normą PN-ISO 1171:2002 [10]. Dodatkowo we frakcjach gęstościowych nadaw doświadczalnych oznaczono ciepło spalania i wyliczono wartości opałowe zgodnie z normą PN-ISO 1928:2002 [11].

3. Wyniki badań

Parametry jakościowe nadawy

Materiał o uziarnieniu 35-3 mm charakteryzował się porównywalnymi udziałami frakcji koncentratowych (węglowych), o gęstości $<1,5$ g/cm³ i przerostowych, o gęstości 1,5-1,8 g/cm³, których sumaryczny wychód wynosił 13,55%.

Udział frakcji $<1,5$ g/cm³, wynoszący 6,71%, był nieznacznie mniejszy od udziału frakcji 1,5-1,8 g/cm³, równego 6,84%. Pozostałą część materiału, wynoszącą 86,45% stanowiły ziarna odpadowe o gęstości $>1,8$ g/cm³.

Zawartość popiołu w poszczególnych frakcjach gęstościowych $<1,5$ g/cm³; 1,5-1,8 g/cm³ i $>1,8$ g/cm³ wynosiła odpowiednio 9,78% i 40,68% oraz 84,79%, przy średnim zapopieleniu materiału równym 76,74%.

W odniesieniu do parametrów jakościowych nadawy 35-3 mm materiał nadawy w klasie ziarnowej 35-0,5 mm charakteryzował się nieznacznie mniejszą (różnica 0,45%) zawartością popiołu oraz większym o 1% wychodem frakcji węglowych.

Oprócz większego udziału ziaren węglowych w nadawie 35-0,5 mm charakteryzowały się one mniejszą, o 1,06%, zawartością popiołu, w porównaniu do frakcji węglowych nadawy 35-3 mm. Zawartość popiołu ziaren węglowych w nadawie 35-0,5 mm wynosiła 8,72%, a w nadawie 35-3 mm była równa 9,78%.

Udziały frakcji przerostowych w nadawach 35-0,5 mm i 35-3 mm były zbliżone i wynosiły odpowiednio 6,61% i 6,84%, przy czym w materiale o większym uziarnieniu ziarna przerostowe charakteryzowały się mniejszą, o 0,83%, zawartością popiołu.

Zawartość popiołu ziaren przerostowych w nadawie 35-0,5 mm wynosiła 41,51%, a w nadawie 35-3 mm była równa 40,68%.

Udziały frakcji odpadowych w nadawach 35-0,5 mm i 35-3 mm również były podobne i wynosiły odpowiednio 85,67% i 84,45%, przy czym ziarna odpadowe nadawy o mniejszym uziarnieniu charakteryzowały się nieznacznie większą, o 0,27%, zawartością popiołu. Zawartość popiołu ziaren odpadowych w nadawie 35-0,5 mm wynosiła 85,06%, a w nadawie 35-3 mm była równa 84,79%. Składy gęstościowo-popiołowe nadaw doświadczalnych w podstawowych frakcjach gęstościowych (<1,5; 1,5-1,8; >1,8 g/cm³) zamieszczono w tabeli 3.

Parametry jakościowe produktów

Produkt koncentratowy uzyskany podczas wzbogacania nadawy 35-3 mm charakteryzował się 8,7% wychodem oraz 21,6% zawartością popiołu.

Wychód produktu koncentratowego, uzyskanego podczas wzbogacania nadawy 35-0,5(0) mm był większy i wyniósł 10% oraz posiadał mniejszą zawartość popiołu równą 20,7%.

Zawartość popiołu w produktach odpadowych rozdziału porównywanych nadaw była zbliżona i wynosiła 82%, dla nadawy 35-3 mm oraz 82,5%, dla nadawy 35-0,5(0) mm. Podstawowe parametry ilościowo-jakościowe produktów rozdziału zamieszczono w tabeli 3.

Porównanie wychodów części produktu odpadowego, odprowadzanego przepadem z komory roboczej osadzarki przez 2,5 mm szczeliny elastycznego sita wykazało, że podczas wzbogacania nadawy 35-3 mm przepad stanowił 8,4% produktu ciężkiego, a podczas wzbogacania nadawy 35-0 mm był ponad dwukrotnie większy i wynosił 18,3%. W tabeli 4 zamieszczono wyniki analizy porównawczej wychodu produktów rozdziału.

W porównaniu do nadawy o uziarnieniu 35-3 mm, materiał nadawy w klasie ziarnowej 35-0,5 m zawierał więcej ziaren węglowych, które dodatkowo charakteryzowały się mniejszą zawartością popiołu. Korzystniejsze, niż w nadawie 35-3 mm, parametry jakościowe materiału nadawy w klasie 35-0,5 mm wpłynęły na wzrost o 15,3% wychodu produktu koncentratowego oraz obniżenie o 0,9% zawartości w nim popiołu.

Porównawcze zestawienie parametrów nadawy i produktów rozdziału [4]

Tabela 3

Gęstość frakcji [g/cm ³]	Nadawa 35-3 mm			Nadawa 35-0 mm		
	Parametry nadawy					
	Wychód [%]	Popiół [%]	Wartość opalowa [kJ/kg]	Wychód [%]	Popiół [%]	Wartość opalowa [kJ/kg]
<1,5	6,71	9,78	28420	7,72	8,72	28957
1,5-1,8	6,84	40,68	17259	6,61	41,51	16979
>1,8	86,45	84,79	1331	85,67	85,06	1077
Suma/Średnia*	100,00	76,74*	4238	100,00	76,29*	4279
Gęstość frakcji [g/cm ³]	Parametry produktów					
	Pr. koncentratowy (wychód=8,71%)			Pr. koncentratowy (wychód=10,04%)		
	Wychód [%]	Popiół [%]	Wychód [%]	Popiół [%]		
<1,5	68,18	9,20	68,89	8,32		
1,5-1,8	21,73	37,16	20,60	37,45		
>1,8	10,09	72,14	10,51	69,09		
Suma/Średnia*	100,00	21,63*	100,00	20,70*		
Gęstość frakcji [g/cm ³]	Pr. odpadowy (wychód=91,29%)			Pr. odpadowy (wychód=89,96%)		
	Wychód [%]	Popiół [%]	Wychód [%]	Popiół [%]		
	<1,5	0,85	14,18	0,89	12,20	
1,5-1,8	5,42	42,02	5,05	43,37		
>1,8	93,73	84,92	94,06	85,26		
Suma/Średnia*	100,00	81,99*	100,00	82,49*		

Porównanie wychodu produktów rozdziału [4]

Tabela 4

Produkt	Nadawa 35-3 mm			Nadawa 35-0 mm		
	Wychód [%]			Wychód [%]		
Warstwa koncentratu	8,71	8,71	/	10,04	10,04	/
Warstwa odpadów	83,59	91,29	91,57	73,52	89,96	81,73
Przeпад odpadów	7,70		8,43	16,44		18,27
Suma	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Skuteczność wzbogacania

Wyniki analiz grawimetrycznych produktów osadzarkowego wzbogacania nadaw 35-3 mm i 35-0,5(0) mm, przeprowadzonego w warunkach laboratoryjnych wykazały, że zwiększenie zakresu uziarnienia nadawy spowodowało zmniejszenie skuteczności rozdziału materiału o 7,8%, dla wartości rozproszenia prawdopodobnego E_p oraz o 5,5%, dla wartości imperfekcji I , uwzględniającej gęstość rozdziału d_r , która dla nadawy 35-0,5(0) mm była większa o $0,011 \text{ g/cm}^3$. Gęstość rozdziału nadawy 35-3 mm wynosiła $1,558 \text{ g/cm}^3$, a nadawy 35-0,5(0) mm była równa $1,569 \text{ g/cm}^3$.

Przy warstwowej metodzie podziału materiału na produkty uzyskane wartości rozproszenia prawdopodobnego E_p i imperfekcji I dla nadawy 35-3 mm wyniosły odpowiednio $0,102 \text{ g/cm}^3$ i $0,183$, a dla nadawy 35-0,5(0) mm były równe $0,110 \text{ g/cm}^3$ i $0,193$.

Uzyskane parametry procesu rozdziału dla badanych nadaw zestawiono w tabeli 5.

Porównawcze zestawienie parametrów procesu rozdziału [4]

Tabela 5

Parametr	Nadawa 35-3 mm	Nadawa 35-0 mm
d_r	1,558	1,569
E_p	0,102	0,110
I	0,183	0,193

Na podstawie prób porównawczych można stwierdzić, że 24,8% udział ziaren klasy 3-0 mm w nadawie 35-0 mm (w tym 6,5% klasy $<0,5 \text{ mm}$) w nieznacznym stopniu wpłynął na obniżenie skuteczności wzbogacania materiału. Podczas prób technologicznych wzbogacania nadawy 35-0 mm nie nastąpiły zakłócenia prawidłowości ruchu pulsacyjnego wody przy dostarczaniu do osadzarki czystej wody dolnej.

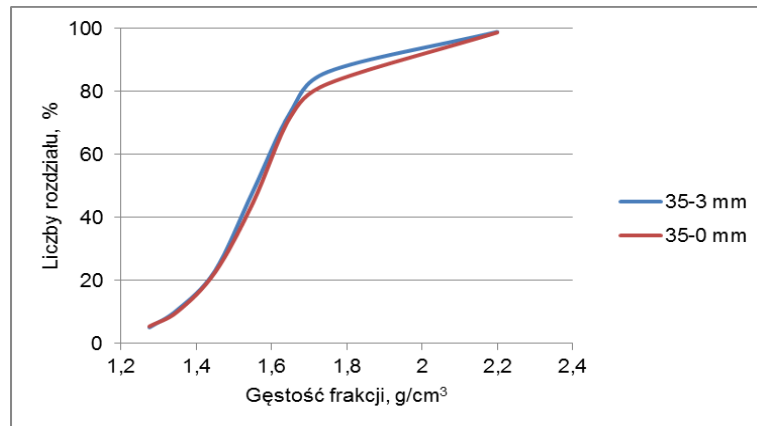
Rozdział frakcji podstawowych o gęstości $<1,5 \text{ g/cm}^3$; $1,5-1,8 \text{ g/cm}^3$ oraz $>1,8 \text{ g/cm}^3$ w produkcie odpadowym dla nadawy 35-3 mm wyniósł odpowiednio 11,6%, 72,4% i 99%, a dla nadawy 35-0,5(0) mm 10,4%, 68,7% i 98,8%.

Liczby rozdziału w podstawowych frakcjach zebrano w tabeli 6, a graficznie, wszystkich frakcji gęstościowych, w postaci krzywych rozdziału dla badanych nadaw, przedstawiono na rysunku 3.

Porównawcze zestawienie liczb rozdziału [4]

Tabela 6

Gęstość frakcji [g/cm^3]	Nadawa 35-3 mm	Nadawa 35-0 mm
$<1,5$	11,62	10,36
$1,5-1,8$	72,37	68,68
$>1,8$	98,98	98,77



Rys. 3. Krzywe rozdziału nadaw 35-3 mm i 35-0 mm [4]

4. Prognozy wzbogacania odpadów powęglowych w warunkach przemysłowych

Wykorzystując informacje o składzie gęstościowym nadaw 35-3 mm i 35-0 mm (dla ziaren $>0,5$ mm) oraz wartości wskaźnika imperfekcji i gęstości rozdziału uzyskanych podczas badań laboratoryjnych opracowano przewidywane parametry dwuproduktowego wzbogacania w klasyfikatorze pulsacyjnym, dla dowolnej zawartości popiołu w koncentracie z przedziału 11-18%.

Parametry jakościowe koncentratu wyznaczono na podstawie obliczeń współrzędnych krzywych wzbogacania, dla dowolnych gęstości rozdziału i wskaźnika imperfekcji.

Z przedziału zawartości popiołu 11-18% w koncentracie wyznaczono jego wychód, gęstość rozdziału, wartość opalową, uzysk ziaren węglowych o gęstości $<1,5$ g/cm³ w produkcie koncentratowym oraz liczbę rozdziału ziaren odpadowych o gęstości $>1,8$ g/cm³.

Obliczenia dla nadawy 30-3 mm zestawiono w tabeli 7, a dla nadawy 30-0 mm w tabeli 8. Krzywe wzbogacania produktu koncentratowego dla obydwu nadaw pokazano na rysunku 4.

Prognozy wzbogacania nadawy w klasie ziarnowej 35-3 mm [4]

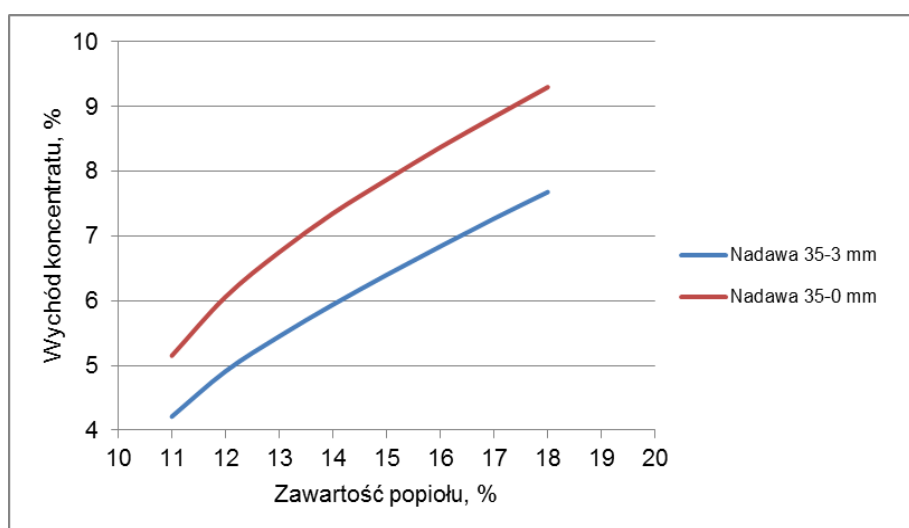
Tabela 7

Zadany popiół koncentratu [%]	Gęstość rozdziału d_r [g/cm ³]	Wychód koncentratu [%]	Wartość opalowa koncentratu [kJ/kg]	Uzysk frakcji $<1,5$ g/cm ³ w koncentracie	Liczba rozdziału frakcji $>1,8$ g/cm ³ w odpadach
18	1,49	7,68	25454	88,17	99,46
17	1,471	7,27	25810	85,62	99,52
16	1,451	6,84	26177	82,58	99,58
15	1,431	6,4	26533	79,11	99,64
14	1,41	5,94	26893	75,33	99,69
13	1,388	5,45	27250	70,27	99,73
12	1,364	4,91	27607	64,44	99,77
11	1,335	4,21	27979	56,35	99,81

Prognozy wzbogacania nadawy w klasie ziarnowej 35-0 mm [4]

Tabela 8

Zadany popiół koncentratu [%]	Gęstość rozdziału d_r [g/cm^3]	Wychód koncentratu [%]	Wartość opalowa koncentratu [kJ/kg]	Uzysk frakcji $<1,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ w koncentracie	Liczba rozdziału frakcji $>1,8 \text{ g}/\text{cm}^3$ w odpadach
18	1,513	9,30	25560	92,15	99,30
17	1,491	8,84	25935	89,99	99,38
16	1,469	8,37	26300	87,38	99,46
15	1,446	7,87	26670	84,30	99,53
14	1,423	7,35	27024	80,67	99,59
13	1,397	6,75	27400	75,45	99,64
12	1,369	6,06	27764	69,11	99,70
11	1,335	5,15	28128	59,81	99,76



Rys. 4. Krzywe wzbogacania koncentratu [4]

Analizując uzyskane wyniki można stwierdzić, jak duży może być wpływ poszerzenia zakresu uziarnienia nadaw na charakterystykę technologiczną odpadów powęglowych opisywanych poprzez krzywe wzbogalności oraz na ekonomiczne rezultaty ich wzbogacania w klasyfikatorach pulsacyjnych.

Poszerzenie zakresu uziarnienia nadawy z 35-3 mm do 35-0 mm spowodowało zwiększenie wychodu produktu koncentratowego, przy kolejnych założonych zawartościach popiołu. Powyższe wyniki uzyskano pomimo zmniejszenia dokładności wzbogacania materiału.

Różnice w wychodach, przy zawartościach popiołu w zakresie 11-18% w koncentracie, zawierały się w przedziale od 0,94% do 1,62%.

Powyższe różnice w wychodach produktu koncentratowego przy wartościach, nie przekraczających 10%, spowodowały, że przewidywany wzrost ilości uzyskiwanego z klasyfikatora koncentratu zawierał się w przedziale od 21,0% do 23,9%. Uzyskane przewidywane zmiany wychodu koncentratu zestawiono w tabeli 9.

Przewidywane zmiany wychodu koncentratu [4]

Tabela 9

Zadany popiół koncentratu [%]	Nadawa 35-3 mm Wychód koncentratu [%]	Nadawa 35-0 mm Wychód koncentratu [%]	Różnica wychodów [%]	Wzrost wychodu koncentratu z nadawy 35-0 mm [%]
18	7,68	9,30	1,62	21,1
17	7,27	8,84	1,57	21,6
16	6,84	8,37	1,53	22,4
15	6,4	7,87	1,47	23,0
14	5,94	7,35	1,41	23,7
13	5,45	6,75	1,30	23,9
12	4,91	6,06	1,15	23,4
11	4,21	5,15	0,94	22,3

5. Podsumowanie

Składowiska odpadów powęglowych stanowią źródło cennych surowców wtórnych w postaci energetycznego koncentratu węglowego i kruszywa alternatywnego.

Efektywnym urządzeniem do rozdziału materiałów ze składowisk i pozyskiwania wysokojakościowych produktów jest klasyfikator pulsacyjny typu K-102, którego działanie jest oparte na typowym procesie wzbogacania grawitacyjnego materiału i polega na rozwarstwieniu, w pulsacyjnym ośrodku wodnym, odpowiednio przygotowanej nadawy, według jej składu ziarnowego oraz gęstości składników.

Przeprowadzone badania skuteczności osadzarkowego wzbogacania odpadów powęglowych wykazały, że poszerzenie składu ziarnowego nadawy, przy udziale klasy ziarnowej 3-0 mm równej 24,8%, powodowało jej nieznaczne zmniejszenie skuteczności rozdziału. Wartość rozproszenia prawdopodobnego obniżyła się z 0,102 g/cm³ do 0,110 g/cm³, a wartość imperfekcji z 0,183 do 0,193, przy porównywalnych gęstościach rozdziału wynoszących 1,558 g/cm³ (dla klasy 35-3 mm) oraz 1,569 g/cm³ (dla klasy 35-0,5 mm).

Analiza i ocena składu gęstościowo-popiołowego nadaw wykazała, że poszerzenie zakresu uziarnienia spowodowało zwiększenie rozdziału ziaren węglowych o gęstości <1,5 g/cm³ z 6,7% do 7,7%, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości w nich popiołu z 9,8% do 8,7%.

W porównaniu do wyników wzbogacania nadawy 35-3 mm, większy udział i lepsze parametry jakościowe ziaren węglowych w nadawie 35-0 mm, pozwoliły na uzyskanie większego wychodu produktu koncentratowego i mniejszej zawartości popiołu, pomimo mniejszej skuteczności wzbogacania.

Stwierdzono zależności pomiędzy zakresem uziarnienia odpadów powęglowych, a skutecznością ich wzbogacania w osadzarkach oraz parametrami produktów, w tym:

- zwiększenie zakresu uziarnienia nadawy 35-3 mm o udziały klas ziarnowych <3 mm powoduje zmniejszenie skuteczności osadzarkowego procesu wzbogacania materiału,
- poszerzenie uziarnienia nadawy 35-3 mm o ziarna mniejsze wymiarowo może zwiększyć wychód produktu koncentratowego jeżeli ich zawartość powoduje wzrost udziału w nadawie frakcji węglowych i zmniejszenie w nich zawartości popiołu.

Wyniki badań wykazały możliwość zwiększenia efektywności odzysku substancji węglowej z odpadów powęglowych w procesie osadzarkowego ich wzbogacania dzięki zwiększeniu zakresu uziarnienia materiału z 35-3 mm do 35-0 mm.

Poprawa parametrów jakościowych materiału, uzyskana poprzez poszerzenie składu granulometrycznego o klasę 3-0 mm, może spowodować zwiększenie ilości produktu koncentratowego, pomimo niekorzystnego wpływu zakresu uziarnienia na dokładność procesu wzbogacania.

Osadzarkowe wzbogacanie odpadów powęglowych w celu osiągnięcia żądanych parametrów jakościowych koncentratu, przy jak największym jego wychodzie, powinno opierać się na analizach charakterystyki nadawy, opisaney krzywymi wzbogalności, dla różnego zakresu uziarnienia materiału oraz znajomości wpływu parametrów nadawy na dokładność wzbogacania.

Literatura

- [1] Góralczyk S. i inni, 2009, Przywęglowa skała płonna – odpad czy surowiec?, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa politechniki Wrocławskiej Nr 125, s. 95-103
- [2] Kowol D., Matusiak P.: Możliwości zastosowania klasyfikatora pulsacyjnego do rewitalizacji składowisk odpadów kopalnianych. Innowacyjne rozwiązania rewitalizacji terenów zdegradowanych, t. 8. Praca zbiorowa pod redakcją naukową Jana Skowronka, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Centrum Badań i Dozoru Górnictwa Podziemnego sp. z o.o., Katowice 2016 s. 163-172
- [3] Kowol D., Matusiak P.: Zastosowania klasyfikatora pulsacyjnego typu KOMAG do oczyszczania trudnowzbogalnych surowców mineralnych. Mining Science - Mineral Aggregates vol. 21(I), 2014, s. 99-108
- [4] Kowol D. i inni.: Rozwój klasyfikatorów pulsacyjnych do wzbogacania odpadów kopalnianych ITG KOMAG Gliwice 2016 (materiały niepublikowane)
- [5] Lenartowicz M., Matusiak P., Jędo A., Kowol D.: Rozwój osadzarek pulsacyjnych typu KOMAG. Maszyny Górnicze nr 3-4, 2010, s. 126-132
- [6] Matusiak P., Kowol D.: Klasyfikator pulsacyjny jako sprawdzone urządzenie do oczyszczania surowców mineralnych. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, Studia i Materiały, Gór. Geol. XVII 2012 nr 134/41, s. 191-199
- [7] Matusiak P., Kowol D.: Zastosowanie osadzarkowego procesu wzbogacania do odzysku surowca ze składowiska odpadów górniczych. Min. Sci., Miner. Aggreg. 2016 nr 1 s. 115-125, ISSN 2300-9586

- [8] Matusiak P., Kowol D., Łagódka M.: Nowe wdrożenia wzbogacalników pulsacyjnych typu KOMAG. KOMEKO 2016, Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych. Bezpieczeństwo - Jakość - Efektywność, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice 2016 s. 175-189
- [9] Różański Z., Suponik T., Matusiak P., Kowol D., Szpyrka J., Mazurek M., Wrona P.: Coal recovery from a coal waste dump. Materiały na konferencję: MEC 2016, Mineral Engineering Conference, Świeradów Zdrój, 25-28 September 2016 s. 1-9, ISSN 2267-1242
- [10] Norma PN-ISO 1171:2002 Paliwa stałe. Oznaczanie popiołu
- [11] Norma PN-ISO 1928:2002 Paliwa stałe. Oznaczanie ciepła spalania metodą spalania w bombie kalorymetrycznej i obliczanie wartości opałowej

Czy wiesz, że

... firma CAT opracowała nowy model ładowarki czerpakowej na podwoziu kołowym, przeznaczonej dla górnictwa podziemnego. Urządzenie o symbolu R1700K ma zwiększoną ładowność o 20% w stosunku do poprzedniego modelu. Napęd spalinowy ładowarki jest dostępny w kilku wersjach, w zależności od wymagań klientów odnośnie do jakości wydalanych spalin. Maksymalna moc napędu ładowarki to 257 kW przy ilości obrotów 2050 min⁻¹. Nowa ładowarka wyposażona jest w ergonomiczną kabinę operatora, z funkcjonalnie zaprojektowanym panelem sterowniczym. Panel zawiera czytelny kolorowy monitor LCD, pokazujący również obraz z opcjonalnie dostępnej tylnej kamery. Kabina sterownicza może być w wersji otwartej, jak i zamkniętej. Nowoczesne rozwiązania technologiczne modelu R1700K dają operatorowi także możliwość zdalnego sterowania urządzeniem, z bezpiecznej odległości. Nowa ładowarka wejdzie do sprzedaży w 2018 roku. Więcej informacji na temat nowej maszyny można znaleźć na stronie producenta - www.cat.com/mining.

Coal International 2017 nr 2 s.47