

zainteresowania wykorzystaniem tej metody w odniesieniu do innych drobnoziarnistych materiałów odpadowych ze wzbogacania węgla kamiennego należy poszukiwać nowych, skuteczniej działających odczynników.

Zdecydowanie mniej korzystne i bardzo podobne wyniki uzyskano wzbogacając muły w klasyfikatorze odśrodkowym i wzbogacalniku strumieniowym zwojowym typu Reichert LD4.

Z materiału podawanego na te urządzenia wzbogacające wydzielono wcześniej w hydrocyklonie ziarna poniżej 0,1 mm. Średni wychód koncentratu w procesie wzbogacania wyniósł dla spirali Reicherta ok. 25%, a dla klasyfikatora odśrodkowego – ok. 22%. Uzyskane wartości opałowe tego koncentratu wyniosły odpowiednio 22 687 i 22 846 kJ/kg. Zawartość popiołu w koncentracie wyniosła odpowiednio ok. 25 i 22%. W badaniach tymi metodami notowano też stosunkowo niską zawartość popiołu w odpadach. Wyniosła ona średnio 48 i 58%.

W procesie wzbogacania w hydrocyklonie, w wyniku wydzielenia ziarna poniżej 0,1 mm, uzyskano wprawdzie

znaczący wychód 53%, lecz kosztem jakości wzbogaconego materiału. Koncentrat charakteryzował się bowiem znaczną zawartością popiołu (39,6%) i niską wartością opałową (16 950 kJ/kg). Natomiast odpad uzyskany w tym procesie posiadał stosunkowo niską zawartość popiołu (48,11%). Proces rozdziału ziarn drobnych był w tym procesie niestety mało skuteczny. W koncentracie bowiem pozostało 38% ziarn poniżej 0,1 mm, a ziarna te posiadają wysoką zawartość popiołu.

Podsumowując stwierdzić należy, że istnieje możliwość wzbogacania ziarn drobnych. Jest to zabieg istotny z uwagi na znaczne ilości materiału, który zdeponowany został w osadnikach ziemnych w minionym okresie.

Alternatywą dla wzbogacania materiałów o tak drobnych ziarnach jest ich kierowanie do spalania w piecach fluidalnych. Kotły te projektowane są i wykonywane dla indywidualnego paliwa charakteryzowanego uziarnieniem i parametrami jakościowymi. Niektóre z materiałów, które poddane były badaniom spełniają te kryteria.



prof. dr hab. inż. Aleksander Lutyński, dr inż. Ireneusz Baic, dr inż. Marcin Lutyński

## Analiza potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych

### Streszczenie

*W artykule przedstawiono wyniki analizy potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych dla stanu surowego tych mułów oraz dla produktów uzyskanych w wyniku wzbogacania. Muły węglowe wzbogacano w hydrocyklonie zagęszczająco-klasyfikującym, klasyfikatorze odśrodkowym, wzbogacalniku zwojowym Reicherta i metodą flotacji. Oceniono zarówno potencjał energetyczny mułów po ich wzbogaceniu jak i straty potencjału energetycznego, które ponoszone są w wyniku wzbogacania.*

### 1. Wprowadzenie

Odpady o najdrobniejszym uziarnieniu, a więc muły węglowe i odpady flotacyjne posiadają najwyższy poziom substancji węglowej spośród wszystkich odpadów powstających w wyniku wydobywania i wzbogacania węgla. Wskazują na to badania jakości wykonywane w różnych jednostkach naukowo-badawczych. Z tego względu poszukuje się skutecznych metod pozwalających na efektywne wykorzystanie potencjału energetycznego, który zawierają te odpady. Metodami tymi mogą być metody wzbogacania tych najdrobniejszych odpadów lub metody bezpośredniego wykorzystania podczas spalania np. w kotłach z łóżem fluidalnym. Metody wzbogacania pozwalają na pozyskanie pełnowartościowego paliwa w postaci drobno uziarnionych mieszanek węglowych o wysokich parametrach energetycznych. Poprawa jakości koncentratów pozyskiwanych w wyniku wzbogacania pociąga za sobą powstawanie odpadów o pewnej zawartości substancji węglowej. Jest to nieuniknione, mimo istniejących dzisiaj skutecznych metod wzbogacania.

W przeprowadzonych badaniach nad możliwością wzbogacania mułów wykonanych w Katedrze Przeróbki Kopalini i Utylizacji Odpadów Politechniki Śląskiej wykorzystano sześć różnych metod. W prezentowanym materiale wykorzystano tylko wyniki czterech metod, które uznano za metody najefektywniejsze.

Metodami tymi są:

- metoda wzbogacania z wykorzystaniem siły odśrodkowej, w której użyty został hydrocyklon klasyfikująco-zagęszczający i klasyfikator odśrodkowy,
- metoda wzbogacania strumieniowego (jeden z procesów wzbogacania grawitacyjnego), w której użyty został wzbogacalnik strumieniowy zwojowy typu Reichert LD4,
- metoda fizykochemiczna – flotacji.

Każda z tych metod pozwalała na uzyskanie koncentratu o ciepłe spalania wyższym niż ciepło spalania mułu surowego, który pozyskano z osadników. Jednak każda z analizowanych metod powodowała stratę po-

tencjału energetycznego zawartego w odpadach. Wielkości tych strat były różne, co pokazano w niniejszym artykule.

Badania wzbogacania mułów przeprowadzono w hydrocyklonie klasyfikująco-zagęszczającym o średnicy  $\varnothing 150$  mm. Nadawa o dobranym zagęszczeniu podawana była pompą do hydrocyklonu z przelewem zapewniającym utrzymanie stałego ciśnienia hydrostatycznego. W badaniach wstępnych ustalono, że najkorzystniejszym zagęszczeniem dla wzbogacanego materiału jest 150 g/l. W metodach wzbogacania grawitacyjnego jakość koncentratów jest pogarszana znaczną zawartością niewzbogaconych ziarn najdrobniejszych  $< 0,1$  mm, które w większości trafiają razem z większymi, lekkimi ziarnami węglowymi do koncentratów. Poprawę jakości koncentratów uzyskuje się odmulając nadawę kierowaną do wzbogacania lub odmulając uzyskane koncentraty. W wykonywanych badaniach odmulono materiał w hydrocyklonie klasyfikująco-zagęszczającym i materiał uzyskany jako koncentrat wykorzystano w badaniu możliwości wzbogacania mułów w klasyfikatorze odśrodkowym i wzbogacalniku strumieniowym. Badania wzbogacania mułów w klasyfikatorze odśrodkowym wykonano dla zagęszczenia nadawy 100 i 150 g/l. W artykule zaprezentowano wyniki dla zagęszczenia nadawy 150 g/l, które uznano za korzystniejsze.

W metodzie wzbogacania strumieniowego użyty został wzbogacalnik Reichert typu LD4. Stanowisko badawcze składało się ze zbiornika nadawy, wzbogacalnika strumieniowego LD4 o układzie 2 koryt po sześć zwojów i przesiewacza odwadniającego. Nadawa była podawana grawitacyjnie ze zbiornika z mieszadłem szybkoobrotowym i dodatkowo mieszana powietrzem ze sprężarki. Ruch mieszadła i strumień powietrza powodowały, że nadawa nie osiadała w zbiorniku i miała stałe zagęszczenie. Badania przeprowadzono na materiałach z siedemnastu i dziewiętnastu osadników dla dwóch zagęszczeń nadawy kierowanej na spiralę – 300 g/l i 400 g/l. Wyniki badań dla zagęszczenia nadawy 400 g/l, uznano za korzystniejsze.

Badania laboratoryjne mułów węglowych metodą flotacji przeprowadzone zostały na flotownikach laboratoryjnych o pojemności komory flotacyjnej wynoszącej  $1 \text{ dm}^3$ . Zagęszczenie mieszaniny wodno-węglowej wynosiło 100 g/l. W badaniach użyte zostały dwa odczynniki flotacyjne, najczęściej stosowane w procesach flotacji w zakładach przerobczych kopalń węgla kamiennego. W pierwszej kolejności wykonano serię badań wstępnych w celu ustalenia optymalnej dawki odczynnika flotacyjnego. Badania przeprowadzono dla dawki flokulanta: 0,4; 0,5 i 0,6 kg/Mg materiału suchego. Badania wykazały, że dla dawki flokulanta 0,6 kg/Mg materiału suchego uzyskano najlepszy efekt flotacji mułów węglowych.

Badania przeprowadzono dla wszystkich zidentyfikowanych osadników. Za pozytywny wynik badań flotowalności mułów uznano taki, dla którego 80% badanych próbek danego osadnika wykazywało pozytywny efekt flotacji. Za pozytywny wynik flotacji mułów z jednego badanego osadnika uznawano taki, dla którego w 66% badanych próbek uzyskano wychód na poziomie większym niż 30%, a zawartość popiołu w koncentracie z tych próbek była mniejsza od 25%. Te warunki spełniały próbki z 12 osadników.

## 2. Sposób szacowania potencjału energetycznego depozytów

Podstawowa analiza jakościowa mułów węglowych i dokonane oszacowania ich ilości wykonane w ramach projektu rozwojowego Nr N R09 0006 06/2009 pt: „Identyfikacja potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych w bilansie paliwowym kraju oraz strategia rozwoju technologicznego w zakresie ich wykorzystania” pozwoliły na oszacowanie potencjału energetycznego tych mułów. W tym celu opracowany został algorytm szacowania potencjału energetycznego zinventaryzowanych osadników. Zaproponowano szacowanie potencjału energetycznego w dwóch wariantach.

Pierwszy z tych wariantów stanowi przybliżone oszacowanie potencjału energetycznego osadnika, którego podstawą są:

- oszacowana masa mułów znajdujących się w osadniku,
- średnia wartość opałowa wyznaczona w badaniach jakościowych poszczególnych próbek pobranych do badań z osadnika.

W powyżej podany sposób szacowana jest średnia przybliżona wartość potencjału energetycznego osadnika, która jest wykorzystywana i podawana najczęściej w różnych opracowaniach przedmiotowych. Jest to niewątpliwie informacja ważna, lecz dla pełniejszej wiedzy wstępnej o depozycie istotnym też jest podanie granic w jakich może oscylować szacowana wartość potencjału energetycznego mułów. W tym celu oprócz wartości średniej potencjału energetycznego podaje się jej wartości graniczne: górną i dolną na podstawie oszacowanego odchylenia standardowego z oznaczeń wartości opałowej dla poszczególnych próbek. Z teorii rachunku prawdopodobieństwa wiadomo, że w zakresie tych wartości granicznych leży 68% wartości oszacowań indywidualnych z poszczególnych próbek uzyskanych w badaniach.

Tak więc średnią przybliżoną wartość potencjału energetycznego osadnika w stanie roboczym lub laboratoryjnym szacowana jest z zależności:

$$E_{\text{sr}} = M \cdot Q_{\text{sr}}^{\text{rva}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{GJ}]$$

gdzie:

$E_{\text{sr}}$  – średnia wartość potencjału energetycznego osadnika, [GJ]

$M$  – oszacowana masa mułów znajdujących się w osadniku, [Mg]

$Q_{\text{sr}}^{\text{rva}}$  – średnia wartość opałowa w stanie roboczym lub analitycznym wyznaczona w badaniach jakościowych poszczególnych próbek pobranych do badań z osadnika, która szacowana jest z zależności:

$$Q_{\text{sr}}^{\text{rva}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i^{\text{rva}} \quad [\text{kJ/kg}]$$

Wartości graniczne potencjału energetycznego osadnika szacowane są z zależności:

$$E_{\text{max}} = M \cdot (Q_{\text{sr}}^{\text{rva}} + S_Q) \cdot 10^{-3} \quad [\text{GJ}]$$

oraz

$$E_{\text{min}} = M \cdot (Q_{\text{sr}}^{\text{rva}} - S_Q) \cdot 10^{-3} \quad [\text{GJ}]$$

gdzie:

$S_Q$  – odchylenie standardowe wartości opalowej szacowane z wykorzystaniem zależności:

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Q_i^{rva} - Q_{sr}^{rva})^2} \quad [\text{GJ}]$$

Wyniki przeprowadzonych oszacowań przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Drugi z wariantów szacowania potencjału energetycznego osadników wykonywany jest na podstawie głębszej wiedzy o materiale zgromadzonym w osadniku, łącznie z wiedzą o kierunku wykorzystania mułów i sposobie jego wzbogacenia. Oszacowanie potencjału energetycznego wykonywane jest w oparciu o:

- zdefiniowaną masę mułów znajdujących się w osadniku,

Tabela 1. Potencjał energetyczny mułów w stanie roboczym zdeponowanych w osadnikach

Osadnik	Orientacyjna pojemność osadnika [Mg]	Średnia wartość opalowa [kJ/kg]	Odchylenie standardowe wartości opalowej [kJ/kg]	Potencjał energetyczny w stanie roboczym		
				średni	maksymalny	minimalny
				[GJ]	[GJ]	[GJ]
K13	1 000 000	12 380	674	12380000	13053891	11706109
K14	300 000	12 552	607	3765600	3947736	3583463
K12	1 000 000	12 179	568	12178667	12748949	11610385
K18/1	100 000	7 737	1673	773747	941065	606428
K18/2	100 000	8 587	2369	858675	1095554	621796
K11/1	640 000	11 087	2324	7095825	8583052	5608598
K3/1	1 521 000	6 874	2270	10455354	13907739	7002969
K3/2	176 000	13 115	4655	2308240	3127660	1488819
K2	1 117 000	10 213	1975	11408107	13614438	9201776
K17	155 000	18 979	1732	2941794	3210402	2673187
K1	153 000	19 352	1062	2284311	2409719	2158902
K4/1	345 600	19 285	1290	6664939	7110828	6219049
K4/2	163 000	12 038	724	1962221	2080363	1844078
K4/3	460 000	16 155	1394	7431258	8072425	6790091
K5/1	130 000	8 256	967	1073316	1199042	947589
K5/2	228 000	13 648	3628	3111873	3938967	2284779
K5/3	106 000	14 869	680	1576075	1648248	1503903
K5/4	102 000	15 385	763	1569270	1647164	1491375
K11/2	176 000	15 057	464	2650090	2731792	2568388
K6	236 000	14 636	1268	3453624	3753031	3154214

Tabela 2. Potencjał energetyczny mułów w stanie analitycznym zdeponowanych w osadnikach

Osadnik	Orientacyjna pojemność osadnika [Mg]	Średnia wartość opalowa [kJ/kg]	Odchylenie standardowe wartości opalowej [kJ/kg]	Potencjał energetyczny w stanie analitycznym		
				średni	maksymalny	minimalny
				[GJ]	[GJ]	[GJ]
K13	1 000 000	15 096	1509	15095667	16604265	13587068
K14	300 000	15 646	830	4693800	4942657	4444943
K12	1 000 000	14 813	581	14812667	15393327	14232006
K18/1	100 000	9 325	2052	932547	1137768	727326
K18/2	100 000	10 073	2747	1007325	1281976	732674
K11/1	640 000	13297	2413	8509964	10054237	6965690
K3/1	1 521 000	9265	3498	14092825	19413371	8772280
K3/2	176 000	14877	5976	2618308	3670019	1566597
K2	1 117 000	12304	2803	13743987	16874910	10613064
K17	155 000	22807	1538	3535074	3773403	3296745
K1	153 000	23293	1444	3563810	3784749	3342871
K4/1	345 600	22941	590	7928525	8132297	7224753
K4/2	163 000	15813	937	2577600	2730378	2424822
K4/3	460 000	20829	2065	9581173	10530941	8631404
K5/1	130 000	12051	1504	1566590	1762060	1371119
K5/2	228 000	17802	5351	4058928	5279050	2838807
K5/3	106 000	19402	646	2056612	2125131	1988132
K5/4	102 000	20351	844	2075761	2161898	1989625
K11/2	176 000	19672	767	3462345	3597362	3327329
K6	236 000	18887	1834	4457435	4890353	4024518

- uzysk koncentratu pozyskanego w wyniku zastosowania wybranej technologii wzbogacania,
- średnią wartość opałową wyznaczoną dla koncentratów pozyskanych z poszczególnych prób technologicznych.

Ze względu na konieczność porównywania potencjału energetycznego mułów wzbogaczanych z wykorzystaniem różnych technologii do wykonywanych oszacowań przyjmowana była wartość opałowa w stanie analitycznym.

Średnią wartość potencjału energetycznego osadnika oszacowano z zależności:

$$E_{sr} = M \cdot U \cdot Q_{sr}^a / 10^3 \quad [\text{GJ}]$$

gdzie:

- $E_{sr}$  – średnia przybliżona wartość potencjału energetycznego osadnika, [GJ]
- $M$  – oszacowana masa mułów znajdujących się w osadniku, [Mg]
- $Q_{sr}^a$  – średnia wartość opałowa koncentratu w stanie analitycznym wyznaczona w badaniach jakościowych poszczególnych prób technologicznych procesu wzbogacania wybraną technologią, [kJ/kg]
- $U$  – uzysk koncentratu pozyskanego z poszczególnych prób technologicznych procesu wzbogacania wybraną technologią  
– oszacowany z zależności:

$$U_{sr} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i \quad [-]$$

Wyniki oszacowań potencjału energetycznego mułów w stanie analitycznym dla czterech metod ich wzbogacania przedstawiono w tabelach 3 i 4.

### 3. Omówienie wyników uzyskanych w badaniach i analizie

Zaprezentowane wyniki badań ze wzbogacania mułów węglowych i analiza ich potencjału energetycznego wykazały, że w wyniku wzbogacania znaczna ilość tego potencjału jest stracona. Jest to wynik przechodzenia najdrobniejszych ziarn węglowych do odpadów. Najkorzystniejsze rezultaty, co wydaje się zrozumiałe ze względu na istotę procesu wzbogacania uzyskano w przypadku metody flotacji. Średnio strata potencjału energetycznego wyniosła w tym przypadku 15%. Strata ta wahała w granicach od 3 do 31% dla poszczególnych osadników. Średnio wartość opałowa uzyskanego produktu wyniosła 25 057 kJ/kg i była najwyższa spośród uzyskanych we wszystkich analizowanych metodach. Niestety, nie wszystkie muły węglowe, według przyjętego kryterium, były podatne na tą metodę wzbogacania przy zastosowanych w badaniach flokulantach.

Najwyższe straty potencjału energetycznego mułów węglowych zanotowano w przypadku wzbogacania w klasyfikatorze odśrodkowym z wstępnym odmuleniem wzbogacanego materiału. Strata potencjału energetycznego wyniosła w tym przypadku średnio 68% i wahała się dla poszczególnych osadników od 13 do nawet 98%. Jak widać są to bardzo szerokie granice, co świadczy również o niedoskonałości metody. Średnio wartość opałowa uzyskanego produktu wyniosła 22864 kJ/kg, co jest bardzo dobrym rezultatem. Wyniki te są podobne do osiąganych przy wzbogacaniu mułów w spiralach Reicherta z wstępnym odmuleniem materiału. Średnia strata wyniosła 64%, a ciepło spalania produktu 22678 kJ/kg.

Najniższe wartości opałowe produktów wzbogacania uzyskiwano w przypadku wzbogacania w hydrocyklonie. Mimo istotnych strat potencjału energetycznego mułów,

Tabela 3. Zmiany potencjału energetycznego mułów węglowych w poszczególnych osadnikach jako wynik wzbogacania w hydrocyklonie klasyfikującym klasyfikatorze odśrodkowym

Osadnik	Stan surowy osadnika			Hydrocyklon				Klasyfikator odśrodkowy, 150 g/l			
	pojemność [Mg]	wart. opałowa [kJ/kg]	potencjał $E_{sr}$ [GJ]	uzysk [-]	wart. opałowa [kJ/kg]	potencjał $E_{sr}$ [GJ]	strata pot. [%]	uzysk [-]	wart. opałowa [kJ/kg]	potencjał $E_{sr}$ [GJ]	strata pot. [%]
K13	1 000 000	15096	15095667	0,47	18121	8516870	44	0,23	18916	4350680	71
K14	300 000	15646	4693800	0,56	20362	3420816	27	0,36	20654	2230632	52
K12	1 000 000	14813	14812667	0,50	17281	8640500	42	0,10	22042	2204200	85
K18/1	100 000	9325	932547	0,50	9295	464750	50	–	–	–	–
K18/2	100 000	10073	1007325	0,60	8576	514560	49	–	–	–	–
K11/1	640 000	13297	8509964	0,51	15990	5219136	39	0,04	21043	538700	94
K3/1	1 521 000	9265	14092825	0,57	16277	12377730	12	0,14	25840	5502369	61
K3/2	176 000	14877	2618308	0,63	12027	1333553	49	–	–	–	–
K2	1 117 000	12304	13743987	0,58	14234	9221639	33	0,48	24104	11923600	13
K17	155 000	22807	3535074	0,44	13444	916880	74	0,03	18965	88187	97
K1	153 000	23293	3563810	0,52	17972	1429852	60	0,08	25046	306000	91
K4/1	345 600	22941	7928525	0,51	24363	4294124	49	0,28	24095	2331625	71
K4/2	163 000	15813	2577600	0,59	24557	2073136	20	0,47	24164	1851204	28
K4/3	460 000	20828	9581173	0,57	25501	6686362	30	0,52	24315	5816148	39
K5/1	130 000	12051	1566590	0,46	21415	1180617	25	0,25	24430	793975	49
K5/2	228 000	17802	4058928	0,48	21085	2307542	43	0,22	24043	1205997	70
K5/3	106 000	19402	20566631	0,50	21161	1121533	45	0,26	23802	655983	68
K5/4	102 000	20351	2075761	0,51	21844	1136324	45	0,22	24281	544865	74
K11/2	176 000	19672	3462345	0,44	12008	92999	97	0,02	18519	65187	98
K6	236 000	18887	4457435	0,47	18022	1999000	55	0,08	24124	455461	90
średnia	–	16427	–	0,53	16950	–	44	0,22	22846	–	68

Tabela 4. Zmiany potencjału energetycznego mułów węglowych w poszczególnych osadnikach jako wynik wzbogacania w spirali Reicherta i metodą flotacji

Osadnik	Stan surowy osadnika			Spirala Reicherta, 400g/l				Flotacja, odczynnik 2			
	pojemność	wart. opałowa	potencjał $E_{gr}$	uzysk	wart. opałowa	potencjał $E_{gr}$	strata pot.	uzysk	wart. opałowa	potencjał $E_{gr}$	strata pot.
	[Mg]	[kJ/kg]	[GJ]	[-]	[kJ/kg]	[GJ]	[%]	[-]	[kJ/kg]	[GJ]	[%]
K13	1 000 000	15096	15095667	0,29	18825	5459250	64	-	-	-	-
K14	300 000	15646	4693800	0,41	20271	2493333	47	-	-	-	-
K12	1 000 000	14813	14812667	0,18	21523	3874140	74	-	-	-	-
K18/1	100 000	9325	932547	0,04	21042	92585	90	-	-	-	-
K18/2	100 000	10073	1007325	-	-	-	-	-	-	-	-
K11/1	640 000	13297	8509964	0,15	20760	1992960	77	-	-	-	-
K3/1	1 521 000	9265	14092825	0,23	25843	9040657	36	-	-	-	-
K3/2	176 000	14877	2618308	0,06	24258	150564	94	0,45	24 687	1955210	25
K2	1 117 000	12304	13743987	0,50	24335	12602267	9	0,41	20 670	9466240	31
K17	155 000	22807	3535074	0,09	19136	266947	92	0,74	27 620	3168014	10
K1	153 000	23293	3563810	0,14	24241	519000	85	0,80	27 120	3319488	7
K4/1	345 600	22941	7928525	0,30	24459	2535909	68	0,81	26 880	7524680	5
K4/2	163 000	15813	2577600	0,50	23763	1936684	25	0,65	21 525	2280574	11
K4/3	460 000	20828	9581173	0,52	24333	5820454	39	0,41	24 520	4624472	51
K5/1	130 000	12051	1566590	0,30	23352	910728	42	-	-	-	-
K5/2	228 000	17802	4058928	0,27	23666	1456879	64	0,58	24 670	3262361	20
K5/3	106 000	19402	20566631	0,30	24035	764313	63	0,72	25 875	1974780	4
K5/4	102 000	20351	2075761	0,27	24195	666330	68	0,71	25 810	1869160	10
K11/2	176 000	19672	3462345	0,07	18756	231074	93	0,70	25 845	3184104	8
K6	236 000	18887	4457435	0,14	24256	801000	82	0,72	25 465	4327013	3
śr.	-	16427	-	0,25	22687	-	64	0,64	25057	-	15

który wyniósł średnio 53% wartość opałowa produktu wyniosła średnio 16950 kJ/kg i niewiele wzrosła w stosunku do ciepła spalania mułów surowych wynoszącego 16427 kJ/kg.

Przeprowadzone badania upoważniają do stwierdzenia, że istnieje możliwość wzbogacania mułów zdeponowanych w osadnikach. Należy liczyć się jednak ze znacznymi stratami potencjału energetycznego tych materiałów.

Pamiętać również należy, że każda z metod wzbogacania wymaga rozmycia mułów, a więc dostarczenia znacznych ilości wody, na co wskazują zagęszczenia mieszaniny wodno-węglowej, niezbędne dla efektywności procesu. Z przeprowadzonej analizy wynika, że przemysłowe wykorzystanie mułów będzie w pełni efektywne w przypadku zastosowania metody pozbawionej konieczności dodatkowych zabiegów wzbogacających materiał.



mgr inż. Jarosław Stankiewicz, dr Stefan Góralczyk

## Kierunki gospodarczego wykorzystania odpadów po procesach wzbogacania depozytów mułów węglowych

### Streszczenie

*W artykule zaprezentowano jeden z potencjalnych kierunków gospodarczego wykorzystania odpadów powstających w trakcie procesów wzbogacania depozytów mułów węglowych wraz z wytycznymi technologicznymi.*

Opracowane w ramach projektu pt. „Identyfikacja potencjału energetycznego depozytów mułów węglowych w bilansie paliwowym kraju oraz strategia rozwoju technologicznego w zakresie ich wykorzystania” technologie wzbogacania nagromadzonych depozytów mułów węglowych na paliwo dla energetyki zawodowej będą generowały pewne ilości substancji odpadowych w postaci

bardzo drobnych frakcji. Z tego też względu w ramach realizacji projektu określone zostały potencjalne kierunki ich gospodarczego wykorzystania wraz z wytycznymi technologicznymi.

Ocena makroskopowa wybranych próbek odpadów wykazała, że jest to materiał bardzo drobny, ilasty barwy od ciemnoszarej do czarnej. Czasami występuje w formie