

Muły węglowe i ich mieszanki jako perspektywiczne surowce energetyczne



IGSMiE
PAN

Beata Kłojzy-Karczmarczyk

Janusz Mazurek

Marek Wienczek

XXXII

Konferencja

14-17.10.2018
Zakopane

z cyklu:

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

<http://www.min-pan.krakow.pl/se>



Muły węglowe i ich mieszanki jako perspektywiczne surowce energetyczne

2 /12



Beata Kłojzy-Karczmarczyk

beatakk@min-pan.krakow.pl

Janusz Mazurek

janusz@min-pan.krakow.pl

EP Coal Trading

Marek Wienczek

marek.wienczek@epcoaltrading.pl

EP Coal Trading Polska S.A.
Czechowice-Dziedzice



- Potrzeba poszukiwania nowych sposobów wykorzystania mułów węglowych: wykorzystanie energetyczne w różnych mieszankach, rekultywacja obszarów zdegradowanych, uszczelnianie składowisk.
- Poszukiwanie sposobu zwiększenia atrakcyjności mułów węglowych, jako paliwa dla energetyki zawodowej.
- Podniesienie wartości opałowej mułów węglowych poprzez domieszkę innego materiału, także materiału odpadowego.



Muł węglowy:

Odpad powstały w wyniku przeróbki węgla

o kodzie 01 04 12 (*Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalin inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11*)

lub 01 04 81 (*Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80*);

Produkt uboczny w produkcji węgla kamiennego

o zróżnicowanym znaczeniu energetycznym.

Spalanie i oferowanie na rynku detalicznym mułów węglowych oraz paliwa jakim jest węgiel brunatny i jego pochodne jest ograniczane projektem ustawy *o zmianie ustawy o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw oraz ustawy o Krajowej Administracji Skarbowej* z dnia 19 marca 2018 roku oraz uchwałami sejmikowymi poszczególnych województw.



Próbki przeznaczone do badań

5 / 12

Numer i nazwa próbki	Założony skład procentowy substratów w poszczególnych mieszankach przeznaczonych do granulowania i analizy parametrów jakościowych
Próbka 1 muł+pył	Muł węglowy (50%) + pył węglowy z węgla brunatnego (50%)
Próbka 2 muł+sadza+węglan	Muł węglowy (45%) + sadza (45%) + odsiewka z kruszenia dolomitu (10%)
Próbka 3 muł+pył +węglan	Muł węglowy (45%) + pył węglowy z węgla brunatnego (45%) + odsiewka z kruszenia dolomitu (10%)
Próbka 4 węglan	Odsiewka z kruszenia dolomitu o wielkości ziaren 0-4 mm
Próbka 5 pył węglowy	Pył węglowy z węgla brunatnego (materiał niebezpieczny)
Próbka 6 muł węglowy	Muł węglowy po przejściu przez prasy filtracyjne
Próbka 7 muł+CaO	Muł węglowy (97 %) + CaO (3%)

Materiał przeznaczony do badań:
muły węglowe - **PG SILESIA**
pył węglowy z węgla brunatnego - **LEAG -Niemcy.**



- Substraty zmieszano w stanie powietrzno-suchym
- Badania **wartości opałowej**, zawartości popiołu, zawartości części lotnych oraz siarki prowadzono w stanie roboczym a następnie przeliczono na stan suchy.
- Badania zawartości **metali ciężkich oraz siarki** prowadzone metodą ICP OES wykonano po rozтворzeniu w mineralizatorze mikrofalowym i podano w mg/kg suchej masy.
- Badania zawartości **rtęci** prowadzono metodą AAS z wykorzystaniem spektrometru dedykowanego do oznaczenia rtęci AMA 254. Zawartość rtęci w poszczególnych próbkach oznaczano w stanie analitycznym (Hg^a). Wilgotność próbek oznaczono na poziomie około 1,5 – 2 %. Można przyjąć, że zawartość rtęci w stanie analitycznym jest bliska zawartości rtęci w stanie suchym (Hg^d).
- Badania parametrów jakościowych prowadzono dla próbek po procesie **granulowania** w granulatorze wibracyjnym (Feliks i in. 2018).
- Na podstawie danych literaturowych wytypowano **12 pierwiastków toksycznych i dodatkowo siarkę**, pod kątem których przeprowadzono badania próbek materiału podstawowego oraz mieszanek po procesie granulowania.



Pierwiastki toksyczne w próbkach

7 / 12

Oznaczenie	Próbki						
	1 muł+pył	2 muł+sadza +węglan	3 muł+pył +węglan	4 węglan	5 pył węglowy	6 muł węglowy	7 muł+CaO
S [%]	1,01	1,02	0,93	0,03	1,44	0,53	0,48
Hg [mg/kg]*	0,1150	0,0982	0,1311	0,0088	0,1108	0,1318	0,1395
As [mg/kg]	8,23	8,94	12,45	2,77	3,76	10,80	15,12
Cd [mg/kg]	0,30	1,14	0,09	0,77	0,01	0,07	1,06
Cr [mg/kg]	41,17	40,45	62,88	3,18	9,09	63,78	53,58
Co [mg/kg]	8,35	72,17	13,40	0,35	0,69	18,11	14,21
Cu [mg/kg]	29,10	87,15	36,07	4,16	41,98	40,27	33,56
Mn [mg/kg]	350,88	266,96	187,51	1600,38	81,66	176,00	190,23
Ni [mg/kg]	22,11	24,44	36,94	2,37	2,67	53,53	36,30
Pb [mg/kg]	27,86	41,19	21,94	83,08	1,33	35,66	70,78
Sb [mg/kg]	no	no	no	no	no	no	no
Tl [mg/kg]	0,45	0,57	0,63	0,29	0,01	0,45	0,64
W [mg/kg]	0,06	0,05	0,05	0,03	0,32	0,09	0,12



Parametry jakościowe próbek

8 / 12

Oznaczenie	Norma	Próbki				
		1 muł+pył	2 muł+sadza +węglan	3 muł+pył +węglan	6 muł węglowy	7 muł+CaO
Wartość opałowa Q_i^r [kJ/kg]	PN-81/G-04513	14532	16551	14052	10622	9366
Wartość opałowa Q_i^d [kJ/kg]	przeliczenie na stan suchy *	15779	17028	14933	11634	10993
Zawartość części lotnych V^{daf} [%]	PN-G-04516: 1998	55,06	24,32	58,17	43,77	45,99
Zawartość popiołu A^r [%]	PN-80/G-04512 +Az1:2002	38,2	40,2	38,6	51,7	48,6
Zawartość siarki całkowitej S_{tot}^r [%]	PN-G-04584: 2001	1,41	1,42	1,28	0,63	0,57
Zawartość siarki całkowitej S_{tot}^d [%]	przeliczenie na stan suchy*	1,53	1,46	1,36	0,69	0,67
Zawartość wilgoci całkowitej W^r [%]	PN-80/G-04511 (p.2.3.1)	7,9	2,8	5,9	8,7	14,8

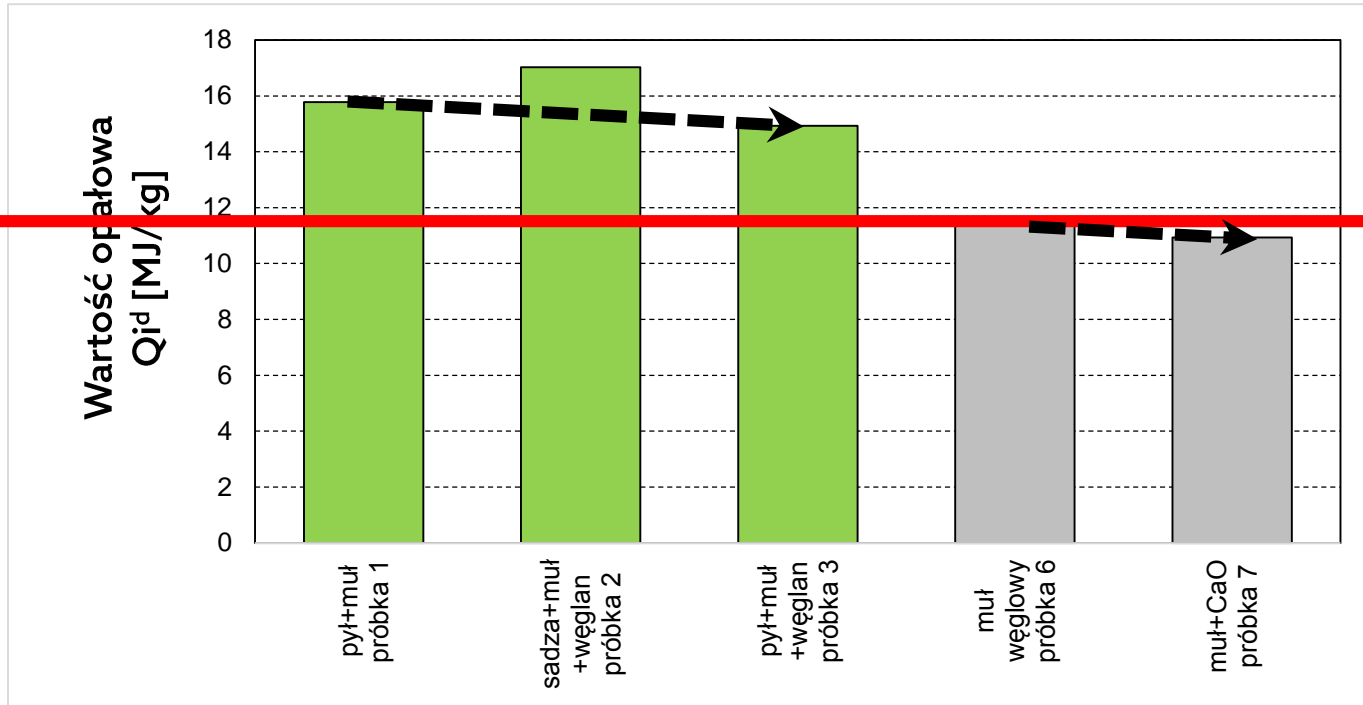
r – stan roboczy, *d* – stan suchy, *daf* – stan suchy i bezpopiołowy
Badania wykonano przez Laboratorium Chemiczne PG SILESIA Sp. z o.o.

*Zastosowano współczynnik przeliczenia na stan suchy: $\frac{1}{1-W^r}$



Wartość opałowa - zestawienie

9 / 12



Obserwuje się nieznaczne obniżenie wartości opałowej w przypadku granulowania z dodatkiem CaO lub węglianów.

- Wartość opałowa mułów węglowych w przeliczeniu na stan suchy mieści się w granicach 11,0-11,6 MJ/kg.
- W mieszaninach mułu węglowego z pyłami węgla brunatnego wartość opałowa zdecydowanie wzrasta do wartości w przeliczeniu na stan suchy 14,9-15,8 MJ/kg.
- Dla porównania, wartość opałowa samych węgli kamiennych wynosi 24,5-33,8 MJ/kg, natomiast węgli brunatnych 7-21 MJ/kg.



- Badania wstępne pokazały, że w wyniku mieszania mułów węglowych z pyłem węglowym a następnie ich granulowania istnieje możliwość uzyskania produktu o odpowiednich parametrach jakościowych i fizycznych atrakcyjnych dla energetyki zawodowej.
- Z przeprowadzonych badań wynika, że w porównaniu do samych mułów węglowych, granulaty sporządzone z mułu i pyłu węglowego z dodatkiem zmielonego dolomitu lub bez, charakteryzują się wzrostem zawartości siarki do 1-1,4 %. Jest to nadal zawartość akceptowalna dla paliwa stałego w niektórych przypadkach w energetyce zawodowej.
- W odniesieniu do próbki podstawowej mułu węglowego obserwowany wzrost poszczególnych składników toksycznych w próbkach mieszanek jest niewielki i można stwierdzić, że dodatek pyłu węglowego czy węglanów nie ma znaczącego wpływu na całkowitą zawartość poszczególnych pierwiastków.



- Wartość opałowa mułów węglowych w stanie roboczym mieści się w granicach 9,4–10,6 MJ/kg (w przeliczeniu na stan suchy wzrasta do wartości 11,0–11,6 MJ/kg). W przypadku przygotowanych mieszanin mułu węglowego z pyłami węgla brunatnego wartość opałowa zdecydowanie wzrasta do wartości 14,0–14,5 MJ/kg w stanie roboczym (w przeliczeniu na stan suchy daje wartości 14,9–15,8 MJ/kg).
- Uzyskane wartości zwiększają możliwości zastosowania mieszanek mułów węglowych w energetyce zawodowej i spełniają w większym zakresie wymagania stawiane dla spalania paliw stałych.
- Biorąc pod uwagę wartość opałową analizowanych granulowanych mieszanek, wilgoć całkowitą, zawartość siarki oraz zawartość popiołu można wnioskować, że przygotowane mieszanki mogą znaleźć zastosowanie w instalacjach spalania paliw stałych z odsiarczaniem spalin o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW.

Dziękuję za uwagę!



Beata Kłojzy-Karczmarczyk
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN