

Waloryzacja energetyczna mułów węglowych możliwością poprawy efektywności funkcjonowania przedsiębiorstw górniczych

Energy recovery from coal slurries as a possibility to improve the efficiency in mining companies



Dr inż. Artur Bator^{*)}



Dr hab. inż. Dariusz Fuksa^{*)}



Dr inż. Mieczysław Ślósarz^{*)}

Treść: W artykule poruszono kwestię zasobów węgla, w szczególności tych o niskiej jakości (muły węglowe), które kwalifikuje się do odpadów. Zwrócono uwagę na aspekt ekonomiczny i ekologiczny zagospodarowania mułów węglowych. W sposób syntetyczny dokonano charakterystyki nowatorskich technologii umożliwiających wytwarzanie pełnowartościowego produktu handlowego z przedmiotowego sortymentu węgla. Technologie te mogą stanowić alternatywę dla poprawy kondycji finansowej przedsiębiorstw górniczych, będących w podobnej sytuacji jak zaprezentowana w niniejszej publikacji realna kopalnia węgla kamiennego.

Abstract: This paper describes the issue of coal reserves, particularly those of low quality (carbon mules) that qualify for waste. Attention is paid to the aspect of economic and environmental development of coal slurry. The characteristics of novel technologies enabling the production of a fully-fledged commercial product with this assortment of coal were synthetically presented. These technologies can be an alternative for the improvement of the financial condition in mining companies, which are in a similar situation as the real coal mine presented in this publication.

Słowa kluczowe:

waloryzacja energetyczna, muły węglowe, analiza

Key words:

energy recovery, coal slurries, analysis

1. Wprowadzenie

W każdej produkcji, w tym związanej z eksploatacją węgla kamiennego mamy do czynienia z powstawaniem odpadów. W przypadku przedsiębiorstw górniczych, odpady są nieodłącznym elementem trzech obszarów procesu eksploatacji: prac przygotowawczych, urabiania oraz wzbogacania węgla. Jednym z rodzajów odpadów są muły węglowe, które mogą pochodzić bezpośrednio z produkcji, bądź z procesu flotacji drobnych frakcji urobku. Jeżeli w strukturze produkcji kopalń występują sortymenty węgla nieakceptowane przez odbiorców (rozdział 3), to trafiają one na zwałowisko jako zapas, bądź odpady. W związku z tym kopalnie zmuszone są ponosić koszty magazynowania i utrzymywania zapasów nadmiaru wydobytego węgla. Do kosztów tych zaliczyć

można między innymi koszty zabezpieczenia zwałowisk, wynagrodzeń z tym związanych, dozoru, podatku od nieruchomości, a przede wszystkim koszty zamrażania środków finansowych (koszt utraconego dochodu). Z tego względu należy szukać rozwiązań pozwalających przedsiębiorstwom górniczym na korzystne pozbywanie się nadmiaru zapasów węgla. Proponowane w pracach [3, 4, 5] narzędzia pozwalające niwelować negatywne zjawiska finansowe (należności przeterminowane lub nieściągalne), w postaci opustów ilościowych oraz „za płatność”, stanowią jedno z alternatywnych rozwiązań w przypadku węgla o odpowiedniej wartości opałowej. Natomiast w przypadku sortymentów węgla nieakceptowanych przez odbiorców pod względem jakościowym, bądź uziarnienia należy podjąć działania zmierzające do stworzenia z nich pełnowartościowego produktu handlowego, możliwego do wykorzystania w energetyce, ciepłownictwie, jak również w gospodarstwach indywidualnych. Przedmiotem

^{*)} AGH w Krakowie

niniejszej publikacji jest syntetyczna prezentacja nowatorskich technologii waloryzacji energetycznej mułów węglowych, które mogą z powodzeniem stać się alternatywą dla poprawy kondycji finansowej przedsiębiorstw górniczych będących w takiej sytuacji, jak prezentowana w rozdziale 3 realna kopalnia węgla kamiennego.

2. Nowatorskie technologie waloryzacji mułów węglowych

O wykorzystaniu mułów węglowych w energetyce decyduje przede wszystkim ich wartość opałowa, ale istotne są również ich możliwości transportowe. Nie oznacza to, że w energetyce nie wykorzystuje się mułów węglowych. Spalane są tylko te, które charakteryzują się największą zawartością części palnych, najczęściej jako domieszka do miałów węglowych. Jednak takie spalanie jest przyczyną wzrostu ogólnej ilości spalanego paliwa (niższa kaloryczność mułów niż typowego węgla) i wzrostu emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych i popiołów. Ponadto wymaga to specjalnej konstrukcji kotłów o odpowiednio przygotowanych urządzeniach transportowych [1].

Do sposobów efektywnego wykorzystania mułów węglowych w energetyce należy zaliczyć produkcję koncentratów węglowych z odzyskanego węgla z mułów węglowych, otrzymanie paliwa formowanego na bazie mułów, przystosowanie obiektu energetycznego do ekologicznego spalania mułów węglowych, bądź też przystosowanie paliwa na bazie mułów do spalania w istniejących jednostkach energetycznych [1, 7, 8].

Wykorzystanie w energetyce zawodowej oraz ciepłownictwie mułów węglowych, a generalnie węgla o niskiej jakości, należy rozpatrywać mając na uwadze względy ekonomiczne i ekologiczne.

Z ekonomicznego punktu widzenia należałoby dążyć do obniżki tzw. kosztów paliwowych, bowiem w kosztach wytwarzanej energii elektrycznej z węgla wysoki udział mają koszty tego paliwa. Tak więc spalanie paliw o niskiej jakości, a co za tym idzie odpowiednio niskiej cenie, może przynieść znaczną redukcję kosztów wytworzenia energii bądź ciepła. Eksploatacja osadników ziemnych, w których zgromadzono muły węglowe jest znacznie tańsza od eksploatacji podziemnej, co przekłada się na obniżkę nakładów poniesionych na pozyskanie surowca [10].

Powstające w procesie produkcyjnym oraz przeróbki węgla odpady powodują zanieczyszczenia wód i powietrza, degradację gleb, niszczenie flory i fauny [1]. Z ekologicznego punktu widzenia, ochroną środowiska naturalnego może zapewnić przede wszystkim racjonalne gospodarowanie surowcami mineralnymi, oszczędzanie zasobów oraz utylizacja odpadów i produktów ubocznych (przy braku możliwości ich właściwego wykorzystania).

Obecnie wdrożonych jest kilka nowatorskich technologii wykorzystania mułów węglowych, bogato udokumentowanych w licznych pracach, min. [1, 2, 6, 7, 8, 9, 10]. Ze względu na obszerność poruszanego zagadnienia zdecydowano się na syntetyczną charakterystykę wybranych technologii. Przykładem może być spółka Haldex S.A., która od ponad 50 lat zajmuje się odzyskiem węgla ze skały płonnej i jest jedyną spółką w Polsce, która w sposób kompleksowy przetwarza odpady wydobywcze [9]. Wykorzystuje ona nowatorską technologię produkcji paliwa energetycznego, którym jest granulaty mułowy. Jego produkcja opiera się na wykorzystaniu – przy zastosowaniu urządzeń mieszająco-granulujących – odpadów mułów węglowych, które pochodzą zarówno z bieżącej produkcji, jak i eksploatacji ziemnych osadników mułowych. W ramach ochrony środowiska spółka podjęła działania,

których efektem było opracowanie technologii sporządzania mieszanek miałowo-mułowych oraz technologii, przekształcającej plastyczny i wilgotny muł węglowy w jednorodne i dobrze transportowalne paliwo w postaci zgranulowanej [9].

Podobne działania prowadzone są między innymi w Tauron Wydobycie S.A. (poprz. Południowy Koncern Węglowy). Jednym z celów priorytetowych działalności Tauron Wydobycie S.A. jest całkowite zagospodarowanie wytwarzanych odpadów wydobywczych. Główne działania skupione są na: produkcji granulatu dla energetyki i geoinżynierii z odpadowych mułów węglowych, przetwarzaniu odpadowej skały płonnej na kruszywa i mieszanki kruszywowe, wytwarzaniu materiałów do prowadzenia prewencji p.poż. oraz wypełniania pustek poeksploatacyjnych w wyrobiskach górniczych na bazie zawieszin mułowo-popiołowych [2].

3. Przykłady obliczeń i ocena uzyskanych wyników

Jedną z analiz, metody zaprezentowanej w pracy [6], dotyczyła oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla na poziom zapasów węgla dla grupy kopalń. Otrzymane w efekcie tej analizy wyniki umożliwiły ocenienie prawdopodobieństwa występowania planowanych zapasów konkretnych sortymentów węgla, jak również stwierdzenie, czy nie powstaną nowe zapasy wynikające z braku sprzedaży proponowanych przez kopalnie ilości węgla. Badania dotyczyły wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego grupującego pięć kopalń o zróżnicowanej charakterystyce produkcji. Jedną z analizowanych kopalń (kopalnia „A”) była kopalnią nierentowną. W głównej mierze spowodowane było to niewielką liczbą odbiorców węgla. W strukturze produkcji kopalni „A” występują nieakceptowane przez odbiorców *miały II* oraz *muły węglowe*, stanowiące zapas.

W tabelicy 1 zestawiono fragment wyników dotyczących przewidywanego poziomu zapasów kopalni „A”, a mianowicie *mułów węglowych*, przy różnych wariantach zapotrzebowania odbiorców węgla. Dla losowych zmian zapotrzebowania poszczególnych grup odbiorców przyjęto rozkład normalny, a przedstawione warianty analizy uwzględniają [6]:

- wartość oczekiwaną według formuł predykcyjnych, a jako dyspersję błąd standardowy prognozy (σ_{yprog}),
- wartość oczekiwaną z uwzględnieniem skorelowanych zmiany zapotrzebowania (P_1 = wartość prognozy sprzedaży pomniejszona o σ_{yprog} oraz P_2 = wartość prognozy sprzedaży powiększona o σ_{yprog}) i dyspersję jak w punkcie a),
- założony 10% wzrost (P_4) lub spadek (P_3) wartości oczekiwanej i dyspersję jak w punkcie a).

Wartość oczekiwana jest równa planowanej wielkości zapotrzebowania odbiorców węgla w 2011 roku.

Roczny plan produkcji i sprzedaży węgla (tabl. 1) dla kopalni „A” zakładał występowanie zapasu mułów węglowych w ilości ponad 25 000 ton z prawdopodobieństwem 0,5. Przy spadku zapotrzebowania do poziomu P_1 najbardziej prawdopodobna byłaby sytuacja, że zapas tego sortymentu nie wystąpi, natomiast dla poziomu zapotrzebowania P_2 z dużym prawdopodobieństwem – bliskim jedności – byłby utrzymany na poziomie jak w planie optymalnym. Z prawdopodobieństwem 0,7 można liczyć się z jego ilością wynoszącą ponad 46 000 ton, i taka też ilość mogłaby zostać osiągnięta przy wzroście zapotrzebowania do poziomu P_4 .

Natomiast w tabelicy 2 zestawiono ilości maksymalne produkcji poszczególnych sortymentów dla kopalni „A”, jak również planowane ilości ich sprzedaży (według planu – tabl. 4.7 [6]).

Na podstawie wzoru (8.31) [6] obliczono minimalną ilość dla niesprzedanych sortymentów *miały II* oraz *muły*, która

Tablica 1. Zestawienie wartości planowanej, minimalnej i maksymalnej uzyskiwanego poziomu zapasów sortymentu muły oraz prawdopodobieństwa jego osiągnięcia dla wartości planowanych P_1, P_2, P_3 i P_4 oraz dyspersji σ_r, σ_{yprog} dla kopalni A

Table 1. List of planned, minimum and maximum values of the obtained level of slurry assortment reserves and the probability of achieving it for the planned values P_1, P_2, P_3 and P_4 and the dispersion σ_r, σ_{yprog} , for mine "A"

	Przewidywany poziom zapasów t			Prawdopodobieństwo osiągnięcia poziomu zapasów [-]		
	Według planu	Min	Max	Min	Max	Według planu
Muły						
σ_{yprog}	25 109	0	46 400	0,033	0,044	0,493
P_1	25 109	0	41 419	0,620	0,003	0,020
P_2	25 109	13 473	46 400	0,003	0,693	0,982
P_3	25 109	0	0	0	0	0
P_4	25 109	25 109	46 400	0,001	0,996	1,000

Tablica 2. Ilości maksymalne, według planu oraz progowe poszczególnych sortymentów węgla dla kopalni „A”

Table 2. Maximum, planned and threshold quantities of individual coal assortments for mine "A"

Odbiory	Sortymenty	Maksymalne ilości produkcji	Ilości sprzedaży według planu	Ilości progowe Wariant I	Ilości progowe Wariant II
		t	t	t	t
Ludność 4	orzech	128 000	69 265	69 265	69 265
Ludność 4	groszek	120 000	64 936	64 936	64 936
Ludność 3	miały i	563 200	304 767	304 767	304 767
Zwałowisko	miały ii	742 400	401 738	0	20 278
Zwałowisko	muły	46 400	25 109	36 940	0

gwarantuje kopalni osiągnięcie progu rentowności (kolumna 5 i 6 tab. 1). Jak można zauważyć znalezienie odbiorców na prawie 37 000 ton *mułów* (wariant I) lub prawie 20 300 ton *miałów II* (wariant II), zagwarantowałyby kopalni osiągnięcie progu rentowności i nie ponoszenie strat (tabl. 2). Zagospodarowanie mułów węglowych z bieżącej produkcji oraz tych zgromadzonych w ziemnych osadnikach, poprzez wykorzystanie opisane technologie, pozwoliłoby kopalni „A” osiągnąć znaczne zyski ze sprzedaży nowego produktu handlowego, co można wnioskować na podstawie publikacji [2].

4. Podsumowanie

Alternatywą dla poprawy sytuacji finansowej prezentowanej kopalni byłoby pozyskanie odbiorców na nieakceptowany sortyment węgla *muły*, poprzez zwiększenie ich wartości użytkowej wykorzystując je do produkcji nowego rodzaju paliw: w kompozycji z biomasą lub stałych na bazie mułów węglowych, w postaci granul oraz brykietów, możliwych do zastosowania w sektorze energetyki zawodowej oraz tzw. „małej energetyki”.

W efekcie podejmowanych działań ekologicznych, poszukiwania tańszych źródeł energii można liczyć się w przyszłości ze wzrostem wymagań jakościowych odbiorców, i dlatego już dziś należałoby określić kierunki efektywnego zagospodarowania mułów węglowych.

Działania te powinny być jednak wspierane „odgórnie”, gdyż dostosowanie mułów węglowych do potrzeb szeroko

rozumianej energetyki stanowi konkurencję dla innych sortymentów węgla lepszej jakości zainteresowanej kopalni, co może doprowadzić do spadku cen wszystkich rodzajów węgla w przypadku niezmięionej ilości sprzedaży.

Publikację wykonano w 2014 roku w ramach badań statutowych zarejestrowanych na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie pod nr 11.11.100.481

Literatura

1. *Alwaeli M., Czech Ł.*: Możliwości gospodarczego wykorzystania odpadów poftotacyjnych. Archives of Waste Management and Environmental Protection. Vol. 11, Issue 3, 2009, s. 47÷62
2. *Fraś A., Przysaś R., Hycnar J.*: Ekonomiczne aspekty gospodarki odpadami w zakładach górniczych Południowego Koncernu Węglowego S.A. [w:] Materiały XXVII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Zakopane, 13–16.10.2013, s. 45÷59.
3. *Fuksa D.*: Koncepcja opustów cenowych jako element polityki kredytowej przedsiębiorstwa górnictwa. Przegląd Górniczy, nr 9, 2009, s. 36÷39
4. *Fuksa D.*: Polityka opustów cenowych na przykładzie przedsiębiorstwa górnictwa. [w:] „Komputerowo zintegrowane zarządzanie”, pod red. Ryszarda Knosali. Opole, Oficyna Wydawnicza Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, T. 1, 2010, s. 440÷445
5. *Fuksa D.*: Wykorzystanie opustów cenowych w polityce kredytowej przedsiębiorstwa górnictwa. Przegląd Górniczy, t. 66, nr 9, 2010.

- Jubileuszowa XV Szkoła ekonomiki i zarządzania w górnictwie 2010, Krynica 15–17 września 2010, s. 81÷83.
6. *Fuksa D.*: Metoda oceny wpływu zmiennego zapotrzebowania odbiorców węgla kamiennego na efektywność funkcjonowania wielozakładowego przedsiębiorstwa górniczego. Wydawnictwo AGH, Rozprawy Monograficzne. Kraków, 2012.
 7. *Hycnar J, Bugajczyk M.*: Kierunki racjonalnego zagospodarowania drobnoziarnistych odpadów węglowych. Polityka energetyczna, tom 7, zeszyt specjalny, 2002
 8. *Karbownik A, Chaber M.*: Wykorzystanie mułów węglowych a ochrona środowiska. Karbo, nr 10, 1999.
 9. *Kugiel M., Piekło R.*: Kierunki zagospodarowania odpadów wydobywczych w Haldex S.A. GÓRNICtwo I GEOLOGIA. T. 7, z. 1, 2012, s. 133÷145.
 10. *Lorenz U, Ozga – Blaschke U, Grudzinski Z.*: Możliwości i ograniczenia wykorzystania mułów węgla kamiennego w energetyce. Czasopismo Techniczne nr 102–107, 2004.

NACZELNY REDAKTOR

w zeszycie 1-2/2010 Przeglądu Górniczego, zwrócił się do kadr górniczych z zachętą do publikowania artykułów ukierunkowanych na wywołanie

POLEMIKI – DYSKUSJI.

Trudnych problemów, które czekają na rzetelną, merytoryczną wymianę poglądów – jest wiele! Od niej – w znaczącej mierze – zależy skuteczność praktyki i nauki górniczej w działaniach na rzecz bezpieczeństwa górniczego oraz postępu technicznego i ekonomicznej efektywności eksploatacji złóż.

Od naszego wysiłku w poszukiwaniu najlepszych rozwiązań – zależy przyszłość polskiego górnictwa!!!