



Michał WICHLIŃSKI\*, Rafał KOBYLECKI\*\*, Zbigniew BIS\*\*\*

## Badania zawartości rtęci w mułach węglowych

**STRESZCZENIE:** W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości rtęci w próbkach mułów węglowych.

Muły węglowe, będące odpadem procesów wzbogacania węgla, są kłopotliwe do zagospodarowania dla kopalni i zakładów przerobczych. Jedną z metod ich zagospodarowania jest współspalanie ich w kotłach energetycznych z pełnowartościowym węglem. Najlepszym wyborem dla współspalania mułów węglowych są kotły fluidalne, z powodu temperatury pracy i warunków panujących w kotle w czasie procesu spalania. Zawartość rtęci w polskich węglach kamiennych wynosi około 80 ng/g, natomiast brak w literaturze danych dotyczących zawartości rtęci w polskich mułach węglowych współspalanych z węglem kamiennym w kotłach fluidalnych. W ramach badań sprawdzono zawartość rtęci w 24 próbkach mułów. Zawartość rtęci w badanych mułach węglowych wahała się od 15 do 130 ng/g. Średnia zawartość rtęci wynosiła 87 ng/g. Wynika z tego, że muły węglowe zawierają zbliżone zawartości rtęci jak pełnowartościowe węgle kamienne wyższych sortymentów. Jednocześnie przeprowadzona analiza techniczna i elementarna wybranych próbek mułów węglowych pokazała brak znaczącej korelacji pomiędzy zawartością rtęci a zawartością pozostałych składników paliwa. Najwyższa uzyskana korelacja dla rtęci wynosiła  $R^2 = 0,54$  i była związana z zawartością części lotnych w badanym paliwie.

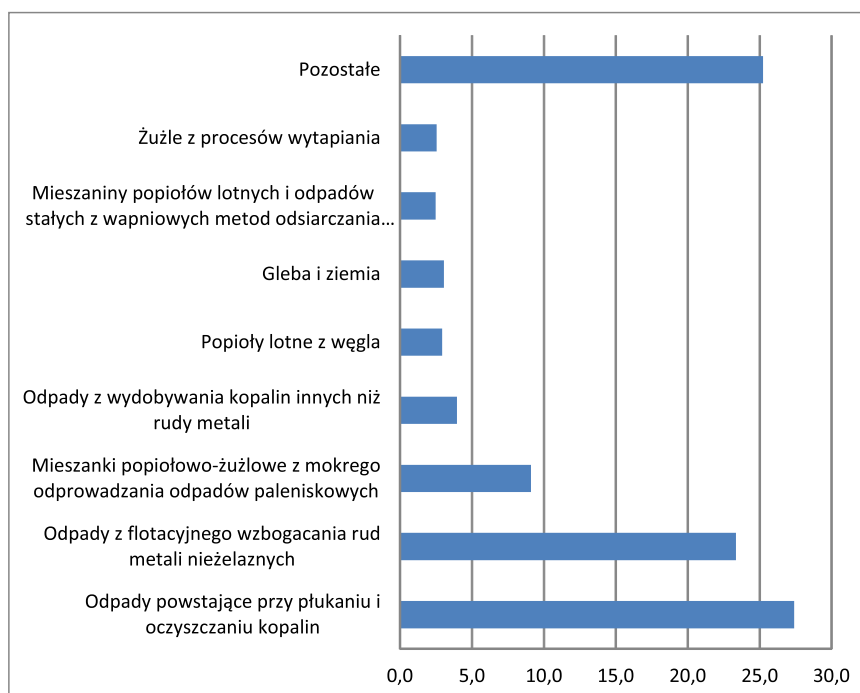
**SŁOWA KLUCZOWE:** rtęć, muły węglowe, Lumex, wzbogacanie węgla

---

\* Dr inż., \*\* Dr hab. inż., prof. PCz., \*\*\* Prof. dr hab. inż. – Politechnika Częstochowska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Katedra Inżynierii Energii, Częstochowa; e-mail: [michal.wichlinski@gmail.com](mailto:michal.wichlinski@gmail.com), [rafalk@is.pcz.czest.pl](mailto:rafalk@is.pcz.czest.pl), [zbis@is.pcz.czest.pl](mailto:zbis@is.pcz.czest.pl)

## Wprowadzenie

Węgiel kamienny wydobywany w polskich kopalniach wymaga – w większości przypadków – poddania go przed sprzedażą procesom przeróbczym. Węgiel jest przesiewany i dzielony na odpowiednie sortymenty handlowe; ten, który nie spełnia wymagań odbiorcy jest poddawany wzbogacaniu, czyli następuje usunięcie z niego nieużytecznych składników urobku (ziarna kamienia, łupki, przerosty kamiennie-węglowe, piasek posadzkowy, piryty). Wzbogacanie jest przeprowadzane najczęściej w urządzeniach grawitacyjnych, w których wykorzystuje się różnicę gęstości ziaren węgla i ziaren będących zanieczyszczeniami węgla. Wszystkie procesy wzbogacania grawitacyjnego prowadzone są w środowisku wodnym, co wiąże się z przechodzeniem najdrobniejszych ziaren <1 mm do frakcji mułowej węgla. Przy dużej koncentracji węgla w tej frakcji, stosuje się ich odzysk za pomocą procesu flotacji (Blaschke 2009). Główny Urząd Statystyczny podaje, że w roku 2014 ilość powstałych odpadów z sektora gospodarczego w Polsce wynosiła około 131,3 mln Mg. Większość z nich pochodziła z grupy, do której zaliczają się również muły węglowe, czyli z płukania i oczyszczania kopalni – około 36 mln Mg, co stanowiło ponad 27% wytworzonych odpadów (rys. 1) (Ochrona... 2015).



Rys. 1. Odpady przemysłowe wytworzone w Polsce w 2014 roku [%] (Ochrona...2015)

Fig. 1. Industrial waste generated in Poland in 2014 [%] (Ochrona...2015)

Muły węglowe zawierają ziarna węgla o rozmiarze od 0 do 1 mm, zawartość wilgoci wynosi około 40–50% (w stanie roboczym), zawartość popiołu ponad 50% (w stanie suchym), wartość opałowa jest niska i wynosi około 10 MJ/kg (w stanie suchym) (Lorenz i Ozga-Blaschke 2005). Kopalnie mogą ten produkt sprzedać do elektrowni, jako oddzielny sortyment węglowy, wówczas staje się produktem handlowym; jeśli nie znajdą na niego kupca, muszą je zdeponować w osadniku jako odpad. Nisko jakościowe muły węglowe podlegają zatem zasadom zapisanym w ustawie Prawo Ochrony Środowiska; są one zakwalifikowane do grupy 01 – czyli odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu, fizycznej i chemicznej przeróbce rud oraz innych kopalin, oraz podgrupy 01 04, czyli odpady z fizycznej i chemicznej przeróbki kopalin innych niż rudy metali. Do tej podgrupy jako odpady niebezpieczne zaliczono dwa rodzaje odpadów: 01 04 07 – odpady zawierające niebezpieczne substancje z fizycznej i chemicznej przeróbki kopalin innych jak rudy metali, oraz 01 04 80 – odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla zawierające substancje niebezpieczne. Część wytworzonych mułów może również zostać wykorzystana jako dodatek do miałów węglowych, tworząc mieszanki energetyczne, wówczas są one traktowane jako półprodukt, a powstała mieszanka jako produkt. Ilość dodawanych mułów może być wysoka, co wpływa negatywnie na jakość takiej mieszanki, ale dzięki temu dodatkowi jej cena jest konkurencyjna (Gawlik 2005). Zainteresowane zakupem i współspalaniem mułów są elektrownie wykorzystujące kotły fluidalne. W tych kotłach zachodzi bardzo dobra wymiana ciepła i masy, która sprzyja współspalaniu rozmaitych paliw (muły węglowe, biomasa i inne). Tego typu sposób utylizacji mułów węglowych jest stosowany w wielu krajach, m.in. w Wielkiej Brytanii, Niemczech, czy USA (Hycnar i in. 2005).

Odpady drobnoziarniste stanowią nawet 10% wydobywanego węgla kamiennego; szacuje się, że w osadnikach znajduje się od 7 do nawet 20 mln Mg mułów węglowych, z czego ponad 60% stanowią muły o wartości opałowej poniżej 10 MJ/kg (Hycnar i in. 2005); według innych danych tych zdeponowanych w osadnikach może być nawet 100 mln Mg (Blaschke i Baic 2012). Do niedawna wytwarzane muły węglowe stanowiły poważny problem dla kopalń. W kopalniach Janina i Sobieski stanowiły one ponad 30% całości wytwarzanych odpadów, co dawało ponad 300 tys. Mg/rok. Spalanie mułów węglowych w polskich kotłach fluidalnych rozpoczęło się w roku 2005 od dostosowania kotłów w trzech elektrociepłowniach: Siersza, Jaworzno II i Katowice. W Sierszy spalane jest 20% mułów wytwarzanych przez kopalnię Janina, a w Jaworznie II i Katowicach około 70% mułów z kopalni Sobieski (Szymkiewicz i in. 2010). Udział mułów węglowych we wkładzie cieplnym kotłów fluidalnych może dochodzić nawet do 30% (Nowak i Bednarek 2013). Deklaracja Środowiskowa elektrowni Jaworzno II z roku 2013 pokazuje, że muły stanowiły około 17,7% spalanego paliwa (Deklaracja... 2013). Wartość opałowa spalanych mułów węglowych waha się od 5,5 MJ/kg do – w znacznej liczbie przypadków – ponad 8 MJ/kg (Hycnar i in. 2013).

Zawartość rtęci w węglach kamiennych była przedmiotem kilku publikacji (Wojnar i Wisz 2006; Bojarska 2006; Wichliński i in. 2013; Bojakowska i Sokołowska 2001; Okońska i in. 2012; Olkusiński 2007; Białecka i Pyka, red. 2016; Dziok i in. 2014; Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2013; Pyka i Wierzchowski 2010), które wskazują, że zawartość rtęci w polskich węglach wynosi od około 30 do 340 ng/g. Dla niektórych węgla kamiennych maksymalna zawartość rtęci może

wynieść nawet 950 ng/g (Lorenz i Grudziński 2007). W literaturze brakuje danych dotyczących zawartości rtęci w mułach węglowych współspalanych z miałem w kotłach fluidalnych. Jedyne dane dotyczące zawartości rtęci w mułach węglowych z węgla kamiennego sprzedanych w roku 2014 do celów energetycznych przedstawiono w publikacji Białecka, Pyka, red. 2016. Średnia zawartość rtęci w mułach węglowych wynosiła 135 ng/g, przy wartościach od 38 do 229 ng/g.

## 1. Metodyka badań

Do oznaczania zawartości rtęci w mułach węglowych wykorzystano spektrometr firmy LUMEX, model RA-915+, z przystawką RP-91C (rys. 2), pozwalający na oznaczanie zawartości rtęci w ciałach stałych, cieczach oraz gazach. Spektrometr działa na zasadzie pomiaru stężenia rtęci realizowanego z zastosowaniem spektroskopii zeemanowskiej z wysokoczęstotliwościową modulacją polaryzacji światła, bez konieczności akumulacji rtęci np. na złotym sorbencie. Pomiar polega na wprowadzeniu próbki stałej, o znanej masie, za pomocą łyżeczki kwarcowej do nagrzanego komory spalania, gdzie ulega spalaniu w temperaturze 800°C. Taki wybór temperatury panującej w komorze spalania gwarantuje całkowitą dekompozycję i przejście do fazy gazowej wszystkich związków rtęci zawartych w próbce. Uwolniona w postaci atomowej rtęć jest oznaczana *on-line*.



Rys. 2. Spektrometr do oznaczania zawartości rtęci Lumex RA-915+ wraz z przystawką RP-91C

Fig. 2. Spectrometer for the determination of mercury Lumex RA-915 + with adapter RP-91C

## 2. Wyniki badań

W badaniach przebadano 24 próbki mułów węglowych pobrane z różnych polskich elektrowni i kopalń, w których spalane i wytwarzane były muły węglowe. Muły węglowe pochodziły z procesów wzbogacania węgla energetycznych. Dla większości badanych mułów węglowych układ wzbogacania wyglądał następująco: wody popłuczkowe zawierające frakcję poniżej 0,1 mm kierowane były do zagęszczenia i klarowania na zagęszczaczu promieniowym. Następnie muły były odwadniane na prasach filtracyjnych. Dla każdej próbki mułu węglowego wykonano minimum 15 powtórzeń, wartość średnią z tych pomiarów zamieszczono w tabeli 1.

TABELA 1. Minimalna, maksymalna i średnia zawartość rtęci oraz odchylenie standardowe w próbkach mułów węglowych

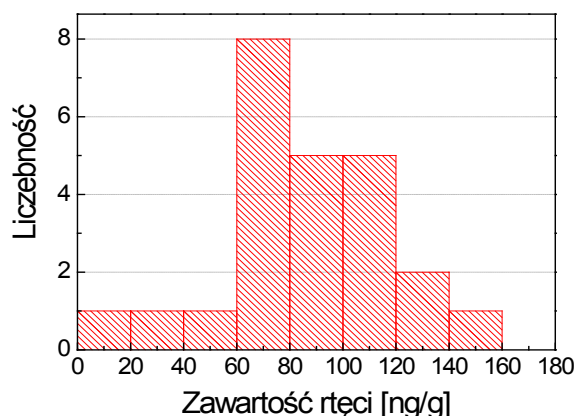
TABLE 1. Minimum, maximum and average mercury content, and standard deviation of the samples of coal slurry

Lp.	Zawartość rtęci [ng/g]				Zawartość		Ciepło spalania HHV <sup>d</sup> [kJ/kg]
	Hg <sup>a</sup> _min [ng/g]	Hg <sup>a</sup> _max [ng/g]	Hg <sup>a</sup> _średnia [ng/g]	Hg <sup>a</sup> _SD [ng/g]	wilgoci Wh [%]	popiołu A <sup>d</sup> [%]	
M1	99	131	117,2	10,7	6,6	34,4	13 100
M2	78	158	130,4	21,8	6,6	36,5	13 080
M3	95	146	106,8	16,7	7,1	36,9	13 000
M4	80	122	109,6	14,0	5,9	34,9	13 120
M5	100	223	159	34,4	3,7	62,1	10 020
M6	60	118	95,4	17,4	4,2	61,8	10 050
M7	45	89	77,2	13,5	4,6	45,9	11 130
M8	74	174	80,4	30,0	4,3	64,8	10 050
M9	70	134	88	20,6	4,5	44,2	11 200
M10	99	159	126,6	17,7	4,5	64,5	10 100
M11	34	104	72,2	20,3	4,1	43,9	11 420
M12	75	109	90	10,2	4,0	66,3	10 110
M13	91	121	105	10,4	4,4	42,7	11 180
M14	91	128	105,6	14,5	5,8	54,2	10 360
M15	56	86	78,2	8,2	4,7	57,3	12 100
M16	43	76	57,2	8,7	5,2	52,5	12 150
M17	68	127	88	17,7	5,7	49,9	12 140
M18	9,7	21	14,9	5,7	4,3	51,3	12 040
M19	28	37	33,6	3,6	4,6	53,8	11 840
M20	65	77	70,2	4,9	5,1	55,8	12 160
M21	67	76	70,4	3,5	5,3	54,9	11 770
M22	54	85	68,4	11,4	4,9	58,2	11 180
M23	67	78	73,8	4,8	5,0	59,4	10 710
M24	53	88	68,8	14,4	5,5	59,4	10 700

a – stan analityczny, d – stan suchy

Zawartość rtęci w mułach węglowych była zróżnicowana i wynosiła od około 15 ng/g (próbka mułu M18) do 130 ng/g (próbka mułu M2). Średnia zawartość rtęci w mułach wynosiła około 87 ng/g. Odchylenie standardowe wynosiło od 3,5 do 34,4 ng/g (tab. 1).

Dla próbek mułów węglowych stworzono histogram średnich zawartości rtęci w tychże próbkach (rys. 2). Największą liczebność reprezentuje przedział zawartości rtęci od 60 do 80 ng/g – 8 próbek mułów. Kolejne miejsca zajmują *ex aequo* przedziały o zawartości rtęci 80–100 ng/g i 100–120 ng/g – po 5 próbek mułów.



Rys. 2. Histogram wartości średnich zawartości rtęci w próbkach mułów węglowych

Fig. 2. Histogram of average value of mercury content in coal slurries samples

Dla wybranych próbek mułów węglowych wykonano również analizę techniczną i elementarną, którą zaprezentowano w tabeli 2. Analiza techniczna i elementarna została wykonana zgodnie z polskimi normami. Zawartość wilgoci w badanych mułach węglowych w stanie roboczym była wysoka i wynosiła powyżej 40%. Muły charakteryzują się wysoką zawartością popiołu (ponad 54%) i stosunkowo niską zawartością części lotnych, wynoszącą około 17%. Tak wysoka zawartość popiołu skutkuje niskim ciepłem spalania, wynoszącym około 11,5 MJ/kg. Analiza elementarna pokazała, że zawartość pierwiastka C w mułach węglowych jest niska i wynosi od 27 do niecałych 32%. Zawartość siarki jest zbliżona dla wszystkich badanych próbek i wynosi około 1,1%.

Dla wybranych próbek mułów, dla których wykonano analizę techniczną i elementarną, wyznaczono korelację między zawartością rtęci a zawartością popiołu, siarki i części lotnych. Do wyznaczenia korelacji pomiędzy zawartością rtęci w mułach węglowych a wybranymi składnikami paliwa wybrano te składniki, które są często przedstawiane w literaturze, jako mające pozytywną korelację z rtęcią (siarka i popiół), oraz części lotne, których korelacja z rtęcią jest wątpliwa. Do wyznaczenia zależności między rtęcią a innymi składnikami paliwa wykorzystano wyznaczone współczynniki determinacji funkcji  $R^2$ , które zweryfikowano pod kątem ich istotności za pomocą testu F-Snedecora. Poziom istotności ustalono na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Podobne korelacje dla węgla kamiennego zamieszczono w pracach Białecka, Pyka, red. 2016 oraz Dziok

TABELA 2. Analiza techniczna i elementarna wybranych próbek mułów węglowych (badania własne)

TABLE 2. Technical and elemental analysis of selected coal slurries samples (authors research)

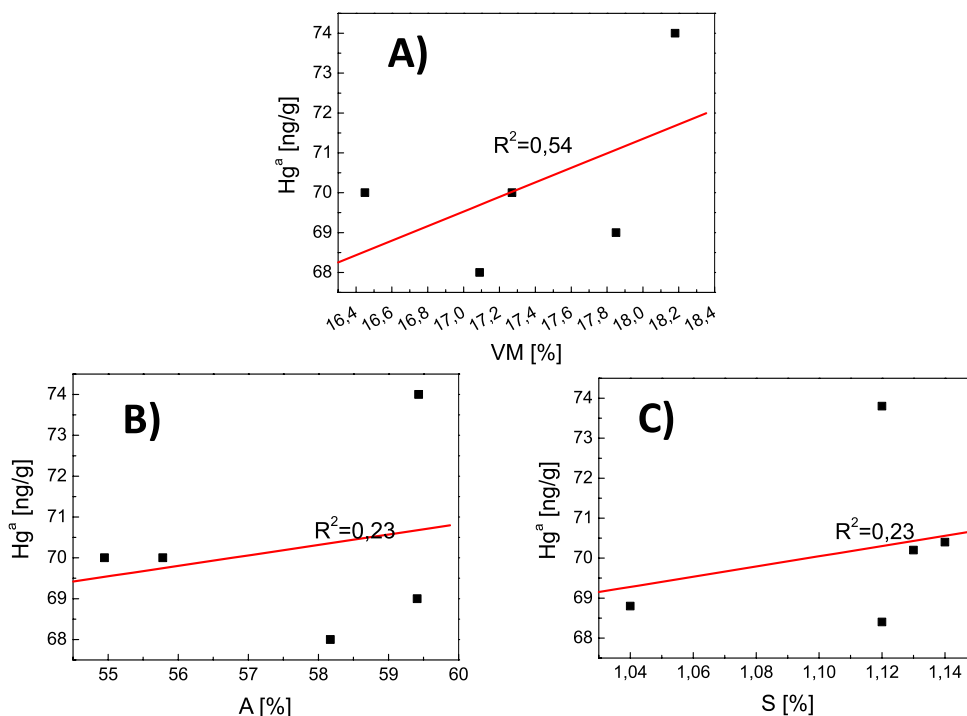
Lp.	W <sup>t</sup>	W <sup>a</sup>	Ash <sup>d</sup>	VM <sup>d</sup>	HHV <sup>d</sup>	FC <sup>d</sup>	C <sup>d</sup>	H <sup>d</sup>	N <sup>d</sup>	S <sup>d</sup>	O <sup>d</sup>
	[%]	[%]	[%]	[%]	[kJ/kg]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
M20	42,0	5,1	55,8	16,4	12 160	27,8	31,84	2,83	0,65	1,12	7,79
M21	40,6	5,3	54,9	17,3	11 770	27,8	31,36	2,86	0,63	1,12	9,08
M22	41,7	4,9	58,2	17,1	11 180	24,7	30,15	2,87	0,63	1,04	7,14
M23	42,4	5,0	59,4	18,2	10 710	22,4	27,94	2,66	0,61	1,06	8,31
M24	42,1	5,5	59,4	17,8	10 700	22,7	27,65	2,67	0,59	1,03	8,65

W<sup>t</sup> – wilgoć całkowita, W<sup>a</sup> – wilgoć higroskopijna, Ash<sup>d</sup> – zawartość popiołu w stanie suchym, VM<sup>d</sup> – zawartość części lotnych w stanie suchym, HHV<sup>d</sup> – ciepło spalania w stanie suchym, FC<sup>d</sup> – fixed carbon w stanie suchym, C<sup>d</sup> – zawartość pierwiastka C w stanie suchym, H<sup>d</sup> – zawartość wodoru w stanie suchym, N<sup>d</sup> – zawartość azotu w stanie suchym, S<sup>d</sup> – zawartość siarki w stanie suchym, O<sup>d</sup> – zawartość tlenu w stanie suchym.

i in. 2014. W pracy Dziok i in. 2014 autorzy przedstawili zależność między zawartością rtęci a zawartością popiołu, korelacja ta okazała się nieistotna. Natomiast w pracy Białecka, Pyka, red. 2016 przedstawiono korelację pomiędzy zawartością rtęci a zawartościami popiołu i siarki. Dla wszystkich badanych przypadków korelacja jest słaba, jednakże zależność rtęć–siarka jest zdecydowanie silniejsza niż zależność rtęć–popiół. Żadna z powyższych publikacji nie odnosiła się jednak do mułów węglowych. Wśród badanych próbek mułów najwyższy stopień korelacji między rtęcią a zawartością części lotnych wyniósł  $R^2 = 0,54$  (rys. 3a), dla pozostałych dwóch składników paliwa tj. popiołu i siarki korelacja była słaba i wynosiła  $R^2 = 0,23$  (rys. 3b i c).

## Podsumowanie i wnioski

W badanych próbkach mułów węglowych zawartość rtęci wynosiła do 15 do 130 ng/g, przy średniej wynoszącej około 87 ng/g, co jest zbliżone do zawartości rtęci w grubszych frakcjach węgla kamiennego. Nie zaobserwowano, by muły zawierające ziarna węgla poniżej 1 mm zawierały większą ilość rtęci, aniżeli grubsze frakcje węgla. Jednakże trzeba zauważyć, że biorąc pod uwagę, iż ciepło spalania mułów węglowych jest prawie o 50% niższe od ciepła spalania mialu węglowego emisja rtęci z ze spalania mułów węglowych będzie o około 40% większa niż w przy spalaniu mialu węglowego. Przeliczając emisję rtęci na 1 MJ energii zawartej w mule węglowym wynosi ona około 0,006 ng/MJ, natomiast dla typowego mialu węglowego będzie to około 0,004 ng/MJ. Jednocześnie analiza techniczna i elementarna pokazała, że muły węglowe zawierają w stanie roboczym ponad 40% wilgoci, a zawartość w nich popiołu w stanie suchym wynosi ponad 55%. Średnie ciepło spalania wynosiło około 11 MJ/kg, a zawartość siarki około 1,08% (w stanie suchym) co było typowe dla tego rodzaju paliwa. Jednocześnie nie stwierdzono



Rys. 3. Korelacja pomiędzy zawartością rtęci w wybranych próbkach mulów węglowych a: A) zawartością części lotnych, B) zawartością popiołu, C) zawartością siarki

Fig. 3. The correlation between the content of mercury in selected samples of a coal slurry and: A) volatile matter content, b) ash content C) sulfur content

wysokiej korelacji pomiędzy zawartością rtęci w mulach a innym składnikiem tego paliwa; najwyższa stwierdzona korelacja między rtęcią a częściami lotnymi wynosiła  $R^2 = 0,54$ .

Artykuł powstał w ramach programu badań statutowych Politechniki Częstochowskiej BS/PB-404-301/11

## Literatura

- BIAŁECKA, B. i PYKA, I. red. 2016. *Rtęć w polskim węglu kamiennym do celów energetycznych i w produktach jego przeróbki*. Główny Instytut Górnictwa.
- BLASCHKE, W. 2009. *Przeróbka węgla kamiennego – wzbogacanie grawitacyjne*. Kraków: Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią.
- BLASCHKE, W. i BAIC, I. 2012. Problematyka depozytów mulów węglowych w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 15, z. 3.
- BOJAKOWSKA, I. i SOKOŁOWSKA, G. 2001. Rtęć w kopalinach wydobywanych w Polsce jako potencjalne źródło zanieczyszczenia środowiska. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* t. 394, s. 5–54.



- BOJARSKA, K. 2006. Concentration of mercury in Polish hard coals. *MEC3 Third International Expert`s workshop*, Katowice June 5–7 2006,
- Deklaracja... 2013, Deklaracja Środowiskowa 2013, TAURON Wytwarzanie Spółka Akcyjna –Oddział Elektrownia Jaworzno III w Jaworznie, 2013.
- DZIOK i in. 2014 – DZIOK, T., STRUGAŁA, A., ROZWADOWSKI, A., GÓRECKI, J. i ZIOMBER, S. 2014. Zmiany zawartości rtęci w węglu kamiennym w procesie jego wzbogacania. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 17, z. 4.
- GAWLIK, L. 2005. Prawne aspekty wykorzystania mułów węglowych zdeponowanych w osadnikach. *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska”*, Koszalin–Ustronie Morskie.
- HYCINAR i in. 2005 – HYCINAR, J., FOLTYN, R., OKULSKI, T. i BLASCHKE, S. 2005. Kierunki energetycznego wykorzystania drobnoziarnistych odpadów z wydobywania i wzbogacania węgla kamiennego. *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska”*, Koszalin–Ustronie Morskie.
- HYCINAR i in. 2013 – HYCINAR, J., FRAŚ, A., PRZYSTAŚ, R. i FOLTYN, R. 2013. Stan i perspektywy podwyższenia jakości mułów węglowych dla energetyki. *Materiały z XXVII Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej*, Zakopane, 13–16.10.2013 r.
- KŁOJZY-KARCZMARCZYK, B. i MAZUREK, J. 2013. Studies of mercury content in selected coal seams of the Upper Silesian Coal Basin. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 29, z. 4.
- LORENZ, U. i GRUZIŃSKI, Z. 2007. Zawartość rtęci jako potencjalny czynnik ograniczający wartość użytkową węgla kamiennego i brunatnego. *Górnictwo i Geoinżynieria*, Kwartalnik AGH, Rok 31, zeszyt 3/1, s. 335–349.
- LORENZ, U. i OZGA-BLASCHKE, U., 2005. Muły węgla kamiennego – produkt energetyczny czy odpad. *VII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Kompleksowe i Szczegółowe Problemy Inżynierii Środowiska”*, Koszalin–Ustronie Morskie.
- NOWAK, W. i BEDNAREK, M. 2013. Czysto i ekonomicznie. Działania Polski w zakresie spalania w cyrkulacyjnej warstwie fluidalnej cz. 1. *Energetyka Ciepła i Zawodowa* 4.
- Ochrona... 2015, Ochrona Środowiska 2015, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015,
- OKOŃSKA i in. 2012 – OKOŃSKA, A., URUSKI, Ł., GÓRECKI, J. i GOŁAŚ, J. 2012. Oznaczanie zawartości rtęci całkowitej w węglach energetycznych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 29, z. 2, s. 39–49.
- OLKUSKI, T. 2007. Porównanie zawartości rtęci w węglach polskich i amerykańskich. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 10, z. spec. 2, Wyd. Instytutu GSMiE PAN, s. 603–612.
- PYKA, I. i WIERZCHOWSKI, K. 2010. Problemy z rtęcią zawartą w węglu kamiennym. *Górnictwo i Geoinżynieria*, Rok 34, z. 4/1.
- SZYMKIEWICZ i in. 2010 – SZYMKIEWICZ, A., FRAŚ, A. i PRZYSTAŚ, R. 2010. Zrównoważony rozwój górnictwa węgla kamiennego w Południowym Koncernie Węglowym S.A. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie* nr 6(190).
- WICHLIŃSKI i in. 2013 – WICHLIŃSKI, M., KOBYLECKI, R. i BIS, Z. 2013. The investigation of mercury contents in polish coal samples. *Archives of Environmental Protection* vol. 39, no. 2, pp. 141–150.
- WOJNAR, K. i WISZ, J. 2006. Rtęć w polskiej energetyce. *Energetyka* 4 (59).

Michał WICHLIŃSKI, Rafał KOBYLECKI, Zbigniew BIS

## Research on mercury content in coal slurries

### Abstract

This paper presents the results of the mercury content in the samples of coal slurries. Coal slurries are waste of coal preparation processes, are troublesome to management for mines and coal preparation plants. One of the methods of co-management is co-firing in power plants boilers with a fully valuable coal. The best choice for co-firing of coal slurries is combustion in FBC boilers, due to temperature and conditions during the combustion process. The content of mercury in the Polish hard coals are about 80 ng/g, and there is lack of literature data on mercury content in Polish coal slurries co-firing with coal in fluidized bed boilers. Mercury content in the analyzed Polish coal slurries ranged from 15 to 130 ng/g. The average mercury content was 87 ng/g. It follows that the coals slurries contain similar levels of mercury as higher assortments coals. At the same time carried out proximate and elemental analysis of selected samples of coal slurries showed no significant correlation between mercury content, and the content of the other ingredients of fuel. The highest correlation obtained for the mercury was  $R^2 = 0.54$  and was associated with the content of volatile matter in the fuel.

KEYWORDS: mercury, coal slurry, Lumex, enrichment of coal