

Jerzy DROB*, Lucjan GAZDA*, Zdzisław KOZAK**

ZMNIEJSZANIE ZAWARTOŚCI SIARKI W SUROWCACH CERAMICZNYCH Z ODPADÓW PRZYWĘGLOWYCH Z KWK „BOGDANKA”

W obrębie obszaru górniczego KWK „Bogdanka” w Lubelskim Zagłębiu Miedziowym jest budowany zakład ceramiki budowlanej, wykorzystujący przeróbcze odpady przywęglowe w klasie 80–30 mm. Problemem technologicznym i ekologicznym dla tej inwestycji może być stosunkowo wysoka zawartość siarki (1,0–1,5%) w surowcu, uzyskiwanym w ramach rozdrabniania całego składu mineralno-petrograficznego. Wykorzystując różnice właściwości mechanicznych (twardość, zwięzłość, wytrzymałość i uderzenie) poszczególnych rodzajów petrograficznych, możliwe jest eliminowanie składników siarkonośnych (piryt, syderyt, łupki węglowe) w ramach procesów selektywnego kruszenia i rozsiewania. Dokonana analiza wykazuje istotność korelacji maksymalnego wymiaru ziarna po wstępnych przekruszeniach i maks. ziarna w przesiewie z zawartością siarki w surowcu ceramicznym. Proponowany sposób standaryzowania pozwala obniżyć zawartość siarki o około 30–40% (teoretycznie 50%). Z obniżaniem zawartości wiąże się także poprawa innych właściwości technologicznych mas ceramicznych oraz jakość uzyskiwanych tworzyw.

WSTĘP

Powstające obecnie w KWK „Bogdanka” przeróbcze odpady przywęglowe są mechaniczną mieszaniną skał spągów, stropów i przerostów pokładu 382, wchodzącego w skład bilansowych pokładów westfalu LZW. Ich skład granulometryczny, petrograficzny, mineralny i chemiczny jest funkcją budowy geologicznej, jej zmienności litofacyjnej w obrębie poszczególnych ścian eksploatacyjnych, sposobów prowadzenia prac górniczych oraz technologii wzbogacania węgla surowego. Skład ten ulega dodatkowo zmianom w obrębie ich zwałowania, w następstwie procesów wietrzeniowych. Na podstawie dotychczasowych obserwacji można stwierdzić, że przy dużej stałości jakościowego składu mineralnego, znacznie zmienia się ich skład ilościowy, wskutek modyfikowania udziałów poszczególnych rodzajów petrograficznych. Jak wykazują liczne badania (Drażewski 1988, Stolecki 1988, Gazda i in. 1988) odpady te, a szczególnie ich część gruboziarnista (200–20 mm), są potencjalnym surowcem do produkcji ceramiki budowlanej i jest to jeden z głównych sposobów ich racjonalnego zagospodarowa-

* „LubCoal” SA.

** Politechnika Lubelska.

nia. Warunkiem powodzenia zakładu ceramicznego, wykorzystującego tego typu surowiec, jest zapewnienie mu wieloletniego, stałego standardu jakościowego, właściwego dla danego typu produkcji. Przeprowadzone liczne badania, w laboratoriach krajowych i zagranicznych, wykazują pełną przydatność tego rodzaju materiałów do produkcji ceramiki budowlanej z mas formowanych plastycznie. Parametrem odbiegającym od zakładanych standardów jest tylko zawartość siarki. Ze względu na użyteczność i trwałość tworzyw ceramicznych, zakłada się dopuszczalną zawartość siarki całkowitej w surowcu, w ilości maks. 0,8%. Poziom zawartości siarki w surowcach ma też niebagatelny wpływ na trwałość instalacji i obiektów produkcyjnych oraz emisję siarki do atmosfery. W wieloletnich badaniach odpadów z KWK „Bogdanka” stwierdzano zawsze zawartość siarki powyżej tej wartości, w granicach 1,0–1,5%.

Dotychczas nie zrealizowano przemysłowego uzdatniania odpadów z przeróbki węgla kamiennego, w celu uzyskiwania standaryzowanych plastycznych surowców ceramiki materiałów budowlanych. Powoduje to brak większego zainteresowania przemysłu ceramiki budowlanej odpadami górnictwami. Brak standaryzacji był jedną z przyczyn niepowodzenia inwestycyjnego zakładu ceramicznego, powstałego w GZW, zagospodarowującego odpady przerobcze z KWK „Sośnica”.

Niepowodzenia rodzimych rozwiązań wykorzystania skał przywęglowych, z karbońskich zagłębi węglowych, skłoniły „LubCoal” SA. do podjęcia produkcji ceramiki budowlanej według technologii oferowanej przez firmę Occidental Industries, której realizacje z dużym powodzeniem sprawdzają się we Francji i Chinach.

Realizowana, na terenie KWK „Bogdanka”, technologia produkcji klinkieru budowlanego zagwarantuje uzyskiwanie surowca ceramicznego do plastycznego formowania, w ramach dwustopniowego rozdrabniania odpadów przerobczych klasy 80–30 mm, do granulacji poniżej 1 mm i dobrą jakość tworzywa ceramicznego, w ramach odpowiednio prowadzonego i kontrolowanego systemu wypalania.

Przedstawione w artykule wyniki badań pozwalają przypuszczać, że w ramach niewielkich modyfikacji linii przygotowania surowca możliwe będzie uzyskiwanie wyższej jakości mas i tworzyw ceramicznych, o stałym (w długim okresie) standardzie oraz znacznie zmniejszonej uciążliwości dla instalacji i środowiska, w następstwie obniżania zawartości w odpadach przerobczych składników siarkonośnych.

Badania zostały zainspirowane i sfinansowane przez inwestora – „LubCoal” SA.

SFORMUŁOWANIE ZAGADNIENIA

Możliwość „wzbogacania” i standaryzowania odpadów przywęglowych w celu wykorzystania ceramicznego wynika ze zdecydowanie różnych właściwości fizycznych (mechanicznych), fizykochemicznych i chemicznych składników korzystnych (ilastych) oraz płynnych i szkodliwych, wchodzących w ich skład.

Optymalnym rozwiązaniem wzbogacania skał przywęglowych LZW jest wykorzystanie zdecydowanych różnic w rozmywalności poszczególnych rodzajów petrograficz-

nych, co gwarantuje skuteczne oddzielenie składników ilastych od płonnych i szkodliwych (w większości siarkonośnych) (Gazda, w przygotowaniu). Technologia ta wymaga jednak dużej odrębności rozwiązań, trudnych do wkomponowania w projektowane ciągi zakładu ceramiki budowlanej, a dodatkowo jest ekonomicznie nieuzasadniona dla produkcji wyrobów ceramiki budowlanej.

Drugim, możliwym kierunkiem poszukiwań sposobów ulepszania właściwości ceramicznych i ekologicznych odpadów przywęglowych jest eliminacja składników szkodliwych i płonnych, w ramach selektywnego kruszenia i rozfrakcjonowania mineralno-ziarnowego na sucho.

W dalszej części omówiono jedynie efekty związane z możliwością eliminacji składników szkodliwych (siarkonośnych).

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA ODPADÓW PRZERÓBCZYCH KLASY 80–30 mm Z KWK „BOGDANKA”

W zestawie petrograficznym odpadów przeróbczych klasy 80–30 mm wyróżniono: iłowce, mulowce, piaskowce, syderyty, piryty, węgiel i łupki węglowe (tab. 1).

Tabela 1. Makroskopowa analiza składu petrograficznego
odpadu przeróbczego w klasie 80–30 mm

Results of petrographic analysis of coal waste. Size fraction of the sample was 80–30 mm

Rodzaj składnika	Zawartość [%]										
	Pr. 1	Pr. 2	Pr. 3	Pr. 4	Pr. 5	Pr. 6	Pr. 7	Pr. 8	Pr. 9	Pr. 10	Śr.
Iłowce	47,9	51,2	47,8	49,0	62,1	31,4	38,2	48,8	24,7	42,9	44,4
Mulowce	31,6	30,4	33,6	27,4	7,8	49,5	33,0	25,4	45,9	29,6	32,4
Piaskowce	1,1	0,0	0,9	1,0	0,0	4,1	4,4	0,0	15,0	0,0	2,7
Syderyty, piryty	2,6	2,0	2,2	8,6	8,9	5,9	6,0	8,0	6,0	6,1	5,6
Węgiel, łupki węglowe	16,8	16,4	15,5	14,0	21,2	9,1	18,4	17,8	8,4	21,4	15,9

Iłowce (skały pelitowe) są ciemnoszare, szare, czarne i brązowoszare. Większe fragmenty mają kształty wydłużone, zgodnie z ich warstwową teksturą. Laminowane są pyłem węglowym i uwęglonymi fragmentami roślinnymi. Frakcje drobniejsze iłowców (30–40 mm) są z reguły izometryczne, a okruchy te są zlustrowane, o zaburzonej i po-fałdowanej teksturze.

Mulowce (skały aleurytowe) są z reguły szare i kumulują się we frakcjach grub-szych (50–80 mm). Mają formę brył płasko-równoległych, z licznymi apendiksami w obrębie powierzchni teksturalnych.

Łupki węglowe są czarne, ciemnoszare i brązowe. Mają teksturę cienkowarstwową (łupkową), podkreśloną występowaniem lamin i pasemek węgla, o miąższości do 0,5

cm. W ich obrębie występują mineralizacje pirytowe i syderytowe, w formie nalotów i cienkich lamin.

Węgiel tworzy małe izometryczne okruchy 30–40 mm, o ostrych krawędziach. Okruchy węgla pokryte są z reguły warstewkami siarczków.

Syderyty mają strukturę mikrytową. Występują masywne syderyty ciemnobrązowe i czarne oraz pyłaste syderyty jasnobrązowe. Syderyty tworzą masywne formy warstwowe, płaskie i wydłużone. W ich obrębie występują liczne mineralizacje siarczkowe i uwęglona flora. Znaczna część syderytów jest wykształcona w formie kulistych i elipsoidalnych konkrecji, często o charakterze septariowym. Kumulują się one we frakcjach drobniejszych (50–30 mm).

Piryty są wykształcone w formie grubokrystalicznych agregatów warstwowych, soczewkowatych i konkrecyjnych, mających charakter replik po substancji organicznej. Piryty są kruche i ulegają rozpadowi wzdłuż regularnych powierzchni krystalicznych.

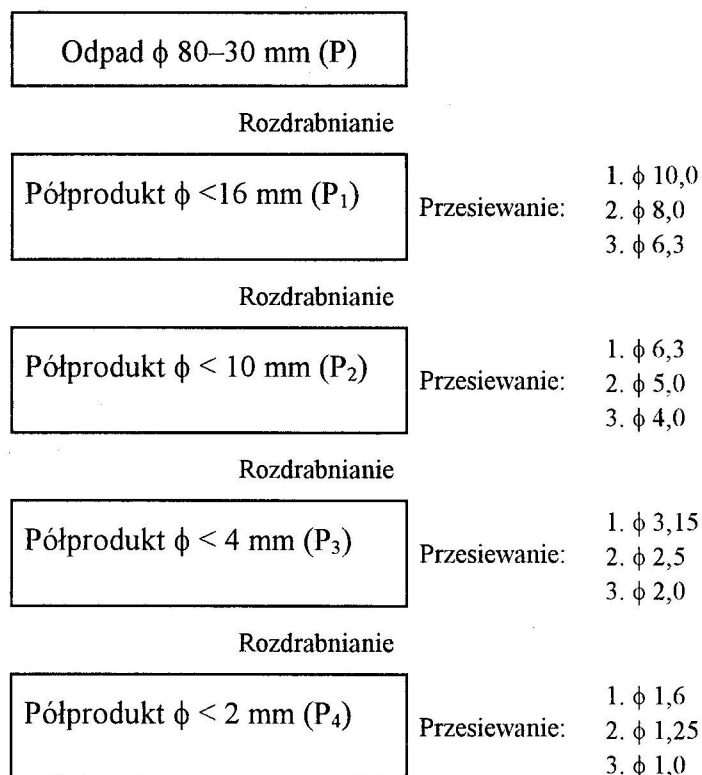
W zestawie składu petrograficznego odpadów przeróbczych, w klasie 80–30 mm, dominują iłowce, których udział wynosi od 24,7% do 62,1% analizowanych prób, średnio 44,4%. Drugą grupą, pod względem liczebności, są mułowce, których średni udział wynosi 31,4% (7,87–49,5%). Mając na uwadze, że znaczna część mułowców, w sensie granulometrycznym, jest iłowcem aleurytowym (gruboziarnisty kaolinit) należy sądzić, że około 55–65% odpadu w klasie 80–30 mm będzie nośnikiem minerałów ilastych. Część minerałów ilastych, występujących w formie agregatów i zrostów o wielkości w zakresie frakcji aleurytowych, będzie jednak elementem „schudzającym” masę ceramiczną. Część składników mineralnych mułowców, głównie miki i aleurytowy kwarc, będą stanowiły elementy płone, schudzające potencjalne masy ceramiczne. Podobną rolę będą odgrywały piaskowce, których udział w aktualnie eksploatowanych partiach złoża jest mało znaczący (0,0–15,0%, średnio 2,7%). Składnikami szkodliwymi dla technologii i procesów ceramicznych są syderyty, piryt oraz, w mniejszym stopniu, węgiel i łupki węglowe. Składniki szkodliwe stanowią średnio 21,5% masy odpadu klasy 80–30 mm, przy 5,65% (2,0–8,9) syderytów i pirytów oraz 15,9% (8,4–21,4) węgla i łupków węglowych. Należy mieć na uwadze, że piryt i syderyt występują ponadto w formie mikrokonkrecji i mineralizacji epigenetycznych w obrębie wszystkich rodzajów petrograficznych, a więc ich udział mineralogiczny w potencjalnym surowcu będzie wyższy.

Z analizy makroskopowej składu petrograficznego odpadu przywęglowego klasy 80–30 mm (tab. 1) wynika duże zróżnicowanie udziałów poszczególnych składników odpadu w kolejnych próbach. Zróżnicowanie procentowej zawartości składników obejmuje zarówno minerały ilaste (iłowce, mułowce, łupki), jak również składniki płone i szkodliwe (piaskowce, piryty, syderyty, węgiel, łupki węglowe). Znaczna zmienność zawartości poszczególnych składników w odpadach przywęglowych może powodować niestabilność składu surowca ceramicznego, co należy uwzględnić w procesie technologicznym wyrobów ceramiki budowlanej.

Udział składników szkodliwych (piryt, syderyt, węgiel, łupki węglowe) i płonych (piaskowce) stanowi ok. 25% całej masy klasy ziarnowej 80–30 mm.

METODYKA BADAŃ

Badaniom poddano uśrednioną próbę, powstałą z połączenia 10 prób, przedstawionych w tabeli 1. Masa próby wynosiła ok. 500 kg. Próbę tę rozdrobniono wstępnie przez zgniatanie, do uziarnienia poniżej 16 mm. Uzyskany półprodukt (P) uśredniono, podzielono na dwie części, z których jedną poddawano dalszym badaniom, a drugą połowę poddawano dalszemu rozdrobnieniu, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 1.



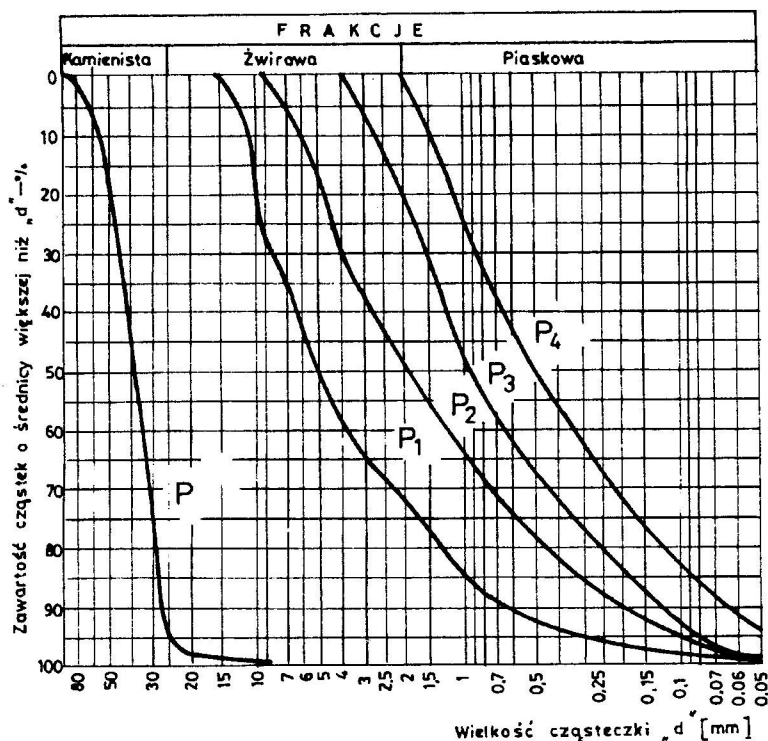
Rys. 1. Schemat przygotowania materiału analitycznego

Fig. 1. Preparation of semiproducts P₁, P₂, P₃, and P₄ from coal waste P

Uzyskane półprodukty P₁, P₂, P₃, P₄ (rys. 2) poddawano analizie granulometrycznej na sitach o średnicach zastępczych, przedstawionych na rys. 1, uzyskując dla każdego z półproduktów 3 rodzaje przesiewów i 3 rodzaje odsiewów.

Zasadą był taki dobór sit, aby sito minimalne miało rozmiar większy od mediany półproduktu. Dla przesiewów wykonywano analizę zawartości siarki całkowitej (S_t) metodą Eschki, wg PN-81/G-0451401 (tab. 2). Dla odsiewów z półproduktów P₁ i P₂ wykonywano makroskopową analizę petrograficzną (tab. 3). Dla wybranych składni-

ków petrograficznych (przeciętnych i szczególnych) oznaczano zawartość siarki całkowitej.



Rys. 2. Krzywe ziarnowe odpadu przywęglowego klasy 80–30 mm oraz półproduktów rozkruszonych P_1 , P_2 , P_3 , P_4

Fig. 2. Particle size distribution of coal waste P (size fraction 80–30 mm) and derived semiproducts P_1 , P_2 , P_3 , P_4

Tabela 2. Zawartość siarki w przesiewach półproduktów, uzyskanych z odpadu 80–30 mm
Sulfur content in different size fractions of semiproducts P_1 , P_2 , P_3 , and P_4
derived from coal waste P having 80–30 mm in size

Rodzaj próby	P	$P_1 (\phi < 16\text{mm})$			$P_2 (\phi < 10\text{mm})$			$P_3 (\phi < 4\text{mm})$			$P_4 (\phi < 2\text{mm})$		
	16–0	$\phi < 10$	$\phi < 8,0$	$\phi < 6,3$	$\phi < 6,3$	$\phi < 5,0$	$\phi < 4,0$	$\phi < 3,5$	$\phi < 2,5$	$\phi < 2,0$	$\phi < 1,6$	$\phi < 1,5$	$\phi < 2,0$
Udział wagowy [%]	100	78	68	60	91	84	68	94	86	79	91	85	75
Zawartość siarki S_t [%]	1,03	1,22	0,85	0,66	0,88	0,83	0,68	0,89	0,76	0,73	0,99	0,95	0,93

W tabeli 3 podano równocześnie wskaźnikowe ekstrema zawartości siarki w poszczególnych rodzajach petrograficznych. Próby do tych badań wybrano losowo, na podstawie makroskopowo dostrzegalnych różnic struktury, tekstury i barwy. Wyniki tej analizy nie upoważniają do uśredniania zawartości siarki w całych populacjach poszczególnych rodzajów petrograficznych, a oddają jedynie przybliżony obraz możliwych zmian zawartości siarki w surowcu, przy eliminacji lub koncentracji poszczególnych składników, w ramach procesów stratyfikacji mineralnej.

Tabela 3. Skład petrograficzny odsiewów (nadziarna) uzyskanych z półproduktów P_1 i P_2
Petrographic content of appropriate upper size fractions derived from semiproducts P_1 and P_2

Składnik petrograficzny	Orientacyjna zawartość siarki S_t [%]	P [%]	P_1 ($\phi < 16$ mm) [%]			P_2 ($\phi < 10$ mm) [%]		
			$\phi > 10$	$\phi > 8,0$	$\phi > 6,3$	$\phi > 6,3$	$\phi > 5,0$	$\phi > 4,0$
Udział wagowy [%]		100	22	32	40	9	16	32
Howce + mułowce	$0,38 \div 3,01$	75,5	81,8	54,6	54,6	56,4	55,9	57,1
Piaskowce	$0,27 \div 2,14$	2,7	2,1	7,1	6,8	7,1	6,7	6,5
Syderyty + piryty	$1,89 \div 36,25$	5,6	10,8	22,1	22	20,2	20,5	20
Węgiel + łupki węglowe	$1,45 \div 17,23$	15,9	5,3	16,2	16,4	16,3	16,8	16,4

WPLYW PROCESU PRZERÓBCZEGO NA ZAWARTOŚĆ SIARKI W SUROWCU CERAMICZNYM

Uzyskane wyniki kolejnego rozkruszania, przesiewania i zawartości siarki (tab. 2) zestawiono w macierzy $x = \{x_{il}\}$, $i = 1, 2, 3$, $l = 1, \dots, n$, (n – liczba oznaczeń) gdzie:

- x_{1l} – maksymalny wymiar ziarna po przekruszeniu,
- x_{2l} – maksymalny wymiar ziarna po przesianiu,
- x_{3l} – koncentracja siarki w przesiewie (surowcu ceramicznym).

Na podstawie badań ustalono macierze:

- wariancji i kowariancji z próby $\hat{N}$
- korelacji z próby $\hat{P}$

$$\hat{N} = \begin{bmatrix} \hat{N}_2(1, 1) & \hat{N}_2(1, 2) & \hat{N}_2(1, 3) \\ \hat{N}_2(2, 1) & \hat{N}_2(2, 2) & \hat{N}_2(2, 3) \\ \hat{N}_2(3, 1) & \hat{N}_2(3, 2) & \hat{N}_2(3, 3) \end{bmatrix}$$

gdzie:

$$\bar{N}_2(i, j) = \frac{1}{n-1} \sum_{l=1}^n (x_{li} - \bar{x}_i)(x_{lj} - \bar{x}_j)$$

$$\hat{P} = \begin{bmatrix} 1 & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & 1 & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & 1 \end{bmatrix}$$

gdzie:

$$R_{ij} = \frac{\hat{N}_2(i, j)}{\sqrt{\hat{N}_2(i, i) \hat{N}_2(j, j)}}$$

R_{ij} – współczynnik korelacji całkowitej między x_i i x_j ;

$$\hat{P} = \begin{bmatrix} 1 & 0,8341 & -2,071 \cdot 10^{-2} \\ 0,8341 & 1 & 0,3073 \\ -2,071 \cdot 10^{-2} & 0,3073 & 1 \end{bmatrix}$$

$$|\hat{P}| = 0,1987$$

Na podstawie macierzy korelacji z próby $\hat{P}$ określono współczynniki korelacji cząstkowej K_{ij}

$$K_{ij} = \frac{-\hat{P}_{ij}}{\sqrt{\hat{P}_{ii} \hat{P}_{jj}}}$$

gdzie $\hat{P}_{ij}$ – dopełnienie algebraiczne elementu R_{ij} macierzy $\hat{P}$.

Uzyskane współczynniki korelacji cząstkowej wynoszą:

$$K_{12} = 0,883$$

$$K_{13} = -0,528$$

$$K_{23} = 0,589$$

Istotność współczynnika korelacji cząstkowej oceniono stosując test według (Pawłowski 1981). Wszystkie współczynniki korelacji są istotne (przyjęty poziom istotności $\alpha = 0,10$).

Miarą oceny wpływu (łącnego) zmiennej x_1 i x_2 na zmienną x_3 (wpływ procesu przeróbczego na koncentrację siarki) jest współczynnik korelacji wielorakiej z próby:

$$R_{w,i} = \sqrt{1 - \frac{|\hat{P}|}{P_{ii}}}$$

gdzie:

$|\hat{P}|$ – wyznacznik macierzy $\hat{P}$,

P_{ii} – dopełnienie algebraiczne elementu R_{ii} macierzy $\hat{P}$,

Na podstawie wyników badań otrzymujemy:

$$R_{w,3} = \sqrt{1 - \frac{0,1987}{0,3042}} = 0,589$$

Współczynnik korelacji wielorakiej oceniono stosując test na istotność współczynnika korelacji wielorakiej według Pawłowskiego (1981).

Dokonana analiza wykazuje istotność korelacji maksymalnego wymiaru ziarna po przekruszeniu i maksymalnego ziarna w przesiewie (x_1 i x_2) z zawartością siarki w surowcu ceramicznym (x_3). Współczynnik korelacji wielorakiej $R_{w,3} \approx 0,6$ wskazuje na nieliniowość tych zależności. Wpływ zmiennej x_1 na zmienną x_3 jest zbliżony do wpływu zmiennej x_2 na x_3 ($|K_{13}| \approx |K_{23}|$).

WNIOSKI

Analiza krzywych kumulacyjnych uziarnienia (rys. 2) pozwala stwierdzić, że w procesie kruszenia (bez rozcierania) składniki odpadu przeróbczego ulegają ograniczonemu podziałowi, w minimalnym stopniu zwiększając udział frakcji pylastych i drobniejszych. 40-krotne zmniejszenie ziarna maksymalnego, z 80 do 2 mm, zwiększa udział frakcji mniejszych od 0,05 mm z ok. 1% (P) do 6% (P₄). Odpad przeróbczy z KWK „Bogdanka” składa się więc w większości ze składników słabo rozsypliwych, ulegających jedynie podziałowi w ramach prawidłowości teksturalnych i strukturalnych. Właściwości litologiczne oraz fizykomechaniczne poszczególnych składników odpadu przywęglowego pozwalają domniemywać, że wzrost frakcji najdrobniejszych powodują głównie ilowce i mułowce, w mniejszym stopniu łupki węglowe i węgiel, a w najmniejszym stopniu piaskowce, masywne piryty i syderyty.

Wydzielane makroskopowo rodzaje mineralnolitologiczne (tab. 3) charakteryzują się zmienną zawartością siarki. Spośród składników analizowanego materiału składniki użyteczne w procesie ceramicznym, tj. ilowce i mułowce (ilowce aleurytowe), charakteryzują się, podobnie jak piaskowce, najniższą zawartością siarki. Silniej zasiarczone są z reguły te ilowce, mułowce i piaskowce, które mają zwiększoną zawartość uwęglonych

szczątków roślinnych. Głównymi nośnikami siarki w odpadzie przywęglowym są piryty i silnie zapirytowany węgiel i łupki węglowe, w mniejszym stopniu syderyty.

W ramach właściwie prowadzonego procesu rozkruszania i stratyfikacji ziarnowej uzyskuje się przesiewy (surowiec ceramiczny) o zwiększonym udziale składników użytecznych dla procesów ceramicznych i zmniejszonej zawartości siarki oraz odpady (odsiewy) ze zwiększoną zawartością siarki. Proces ten pozwala obniżyć w odpadzie klasy 80–30 mm zawartość siarki o ok. 30–40%, przy uzysku 60–70% surowca ceramicznego. Optymalne jest zmniejszenie maksymalnego ziarna materiału wyjściowego ok. 5–10 razy. Dalsze rozdrabnianie daje mniej znaczące efekty redukcji siarki w odsiewach. Dla półproduktu P_1 ($\phi < 16$ mm) połączenie odsiewu $\phi > 10,0$ mm (duży udział ilowców i mulowców) oraz przesiewu $\phi < 6,3$ mm dodatkowo może obniżyć zawartość siarki do poziomu ok. 0,50% (na podstawie obliczeń teoretycznych) i zwiększyć udział uzyskiwanego surowca do ok. 80% (Gazda i in. 1995).

Redukcja siarki jest połączona z eliminacją składników płonnych o podwyższonej twardości (piaskowce, syderyty, piryty), co sugeruje także poprawę właściwości technologicznych uzyskiwanych surowców oraz możliwość zmniejszania zużycia urządzeń ostatecznego rozdrobnienia (młyny, walce) oraz formowania wyrobów (prasy, ustniki).

Podjęcie decyzji o możliwości wdrożenia przedstawionej metody wymaga wykonania wielkogabarytowej próby półtechnicznej, którą inwestor planuje wykonać po uruchomieniu produkcji. Uzyskanie potwierdzenia wyników badań laboratoryjnych pozwoliłoby uzyskiwać oszczędności w węźle odsiarczania spalin, formowania surówki oraz uzyskiwać produkt (cegła klinkierowa) o wyższej jakości.

LITERATURA

- DRAŻEWSKI L. (1988), *Wstępne określenie przydatności odpadów powęglowych do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej*, CERPROJEKT, Warszawa, maszynopis.
- GAZDA L. *Badania możliwości przeróbki odpadów przywęglowych z LZW na surowiec ceramiczny*, Praca doktorska (w przygotowaniu).
- GAZDA L., KOZAK Z., SMUSZKIEWICZ K. (1995), *Sposób obniżania zawartości siarki w odpadach przywęglowych*, Zgłoszenie patentowe P 309016, UP RP.
- GAZDA L., OLESZCZYŃSKI B., POLLO I. (1988), *Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna oraz możliwości wykorzystywania przerobczonych odpadów przywęglowych z kopalni w Bogdance*, Przegl. Górniczy, Nr 11–12.
- PAWŁOWSKI Z. (1981), *Statystyka matematyczna*, PWN.
- STOLECKI J. (1988), *Właściwości mineralogiczno-chemiczne i termiczne ilohupków karbońskich z LZW*, Przegl. Geol., Nr 9.

Drob J., Gazda L., Kozak Z. (1996), Reduction of sulphur content in the coal waste ceramic raw material taken from the „Bogdanka” coal mine, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 30, 147–157 (Polish text).

A ceramic plant was built in the mine region of the „Bogdanka” coal mine. The plant is designed to utilise the coal waste of the granulation from 80 to 30 mm. A high sulphur content (1,0–1,5%) in the raw material, obtained by breaking up the waste in its whole mineral and petrographical range can create some technological and ecological problems. It was shown that it is possible to eliminate sulphur-bearing ingredients (pyrite, siderite, coal shale) by performing selective crushing and sifting, which are based on various mechanical properties (hardness, compressive and impact strength) of the petrographical components of the material. The analysis revealed a correlation between the maximum grain size after preliminary crushing, the maximum grain size in fines and the sulphur content in the ceramic raw material. The proposed manner of standarization allows one to reduce the sulphur content to c.a. 40–30% (theoretically 50%). That reduction of sulphur content should also influence the technological properties of the ceramic raw material as well as the quality of the final product.