

Anna KOLASA

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

PRZYCZYNEK DO GOSPODARKI ODPADAMI GÓRNICZYMI ZŁOŻA WAPIENI „CZATKOWICE”

Streszczenie. Przedstawiono wyniki badań petrograficzno-surowcowych utworów krasowych stanowiących w złożu odpady górnicze. Ich skład mineralny i cechy technologiczne klasyfikują niektóre z nich jako ilaste surowce ceramiki budowlanej. Wykorzystanie warunkują parametry przeróbczo – ekonomiczne.

A CONTRIBUTION TO THE MINING WASTE MANAGEMENT IN THE “CZATKOWICE” LIMESTONE DEPOSIT

Summary. The author presents the results of petrographic and technological investigations of karst sediments that are considered mining waste in the deposit. Their mineral composition and technological properties classify some of them as clay raw materials applicable in building ceramics. Their properties indicate a relatively simple processing and economically viable utilization.

Wstęp

Ilość odpadów górniczych powstających w czasie eksploatacji niektórych złóż kamieni drogowych i budowlanych rośnie ze wzrostem wydobywania. Ma to miejsce m.in. w złożu wapieni karbońskich „Czatkowice”, które są eksploatowane dla potrzeb przemysłu wapienniczego, hutniczego, cementowego oraz do produkcji kruszyw drogowych i budowlanych. Według danych Bilansu zasobów kopalni (2002, 2003), następuje przyrost odpadów górniczych, które stanowią obecnie 21–32% wydobywanej kopaliny. Problem ich usuwania, składowania i zagospodarowania nabiera ekonomicznego znaczenia.

Przedmiot badań

Złoże „Czatkowice” obejmuje profil stromo zalegających warstw dolnego karbonu złożonych z utworów górnego i środkowego turnieju oraz dolnego i środkowego wizeny (Preidl i in., 1987). Są to litologicznie zróżnicowane wapienie (sparytowe, mikrytowe, skrzemieniałe i z rogowcami) objęte epigenetyczną dolomityzacją i zjawiskami krasowymi dwóch generacji (K. Bogacz, 1980). Bardziej intensywny rozwój krasu przypada na starszą generację (perm, trias). Kras młodszej generacji (trzeciorzęd i czwartorzęd) zaznacza się natomiast na powierzchni. W rezultacie dochodzi do dolomityzacji wapieni, całkowitego rozluźnienia ich tekstury i powstania utworów gliniastych.

Skrasowiałe wapienie dolomityczne są nieprzydatne w przemyśle wapienniczym, stanowią jedynie surowiec do produkcji kruszyw. Zależnie od kryteriów surowcowych wyróżnia się:

- wapien przydatny w przemyśle hutniczym i wapienniczym,
- przerosty nieużyteczne złożone z wapieni skrzemieniałych i z rogowcami do produkcji kruszyw drogowych,
- przerosty nieużyteczne i odpad złożony z utworów krasowych stanowiące odpady górnicze złoża.

Utwory gliniaste stanowią beзуżyteczny odpad. Ich udział na poziomach eksploatacyjnych rośnie z głębokością i waha się w granicach od 15% – dla poz. 390 m n.p.m. do 50% – poz. 310 m n.p.m.

Utwory gliniaste zróżnicowane litologicznie były przedmiotem badań petrograficznych obejmujących:

- oznaczenie składu ziarnowego metodą sitową i sedymentacyjną,
- charakterystykę makro- i mikroskopową uzupełnioną fazowymi badaniami rentgenograficznymi,
- analizy chemiczne dziesięcioskładnikowe.

Wykonano wstępne badania technologiczne odpadów ilastych.

Material próbkowy

Był pobierany z odsłoniętych form krasowych, jak kawerny, leje i strefy z poziomów 330, 370 i 390 m n.p.m.

Wyróżniono 3 typy utworów:

I typ – gliny żółto-brunatno-czerwone z okruchami wapieni, dolomitów i piaskowców o charakterze wapnistym lub bezwapnistym (próba: 1, 3, 4, 6);

II typ – osady piaszczyste: piaski kwarcowe, wapienne, o zróżnicowanym uziarnieniu i zaileniu (próba: 10, 11);

III typ – osady pylasto-ilaste: ility szare, żółte, beżowe, wapniste lub bezwapniste (próba: 2, 5, 9).

Wyniki badań

Badania petrograficzne

Uziarnienie. Obecność frakcji $> 60 \mu\text{m}$ oznaczono metodą sitową i dwustopniowo: na mokro i sucho, a w zakresie $2\text{--}60 \mu\text{m}$ i $< 2 \mu\text{m}$ metodą sedymentacyjną. Uzyskane wyniki (tab. 1) wskazują na duże zróżnicowanie granulometryczne.

Tabela 1

Skład ziarnowy utworów krasowych złoża wapieni „Czatkowice” (% wag.)

Frakcja (mm)	Numer próby i zawartość składnika (% wag.)					
	2	3	5	9	10	11
żwirowa > 2,00	10,47	1,43	–	1,70	20,50	13,51
piaskowa 2,00 – 0,06	26,21	16,21	2,60	16,93	42,04	34,47
mułkowa 0,06 – 0,002	46,96	41,94	82,44	43,66	22,20	26,31
iłowa < 0,002	16,36	40,42	14,96	37,71	15,26	25,71
typ osadu	muł piaszczysto- ilasty	muł piaszczysto- ilasty	mułek ilasty	muł piaszczysto- ilasty	piasek mułkowo- ilasty	piasek mułkowo- ilasty

Wyróżnić można 3 typy utworów:

I – muły piaszczysto-ilaste (próba 2, 3 i 9) o zawartości frakcji piaszczystej w granicach 16,45–29,28% i iłowej 18,27–41,00% – mikroskopowo odpowiadające iłom i glinom;

II – piaski mułkowo-ilaste (próbą 10 i 11) stanowiące wypełnienia kawerny w rozległej strefie szwarcowania zawierające od 39,85 do 52,89% frakcji piaszczystej i ilowej w granicach 19,19 – 29,73%, odpowiadające makroskopowo glinom;

III – mułek ilasty (próbą 5) nie zawierający frakcji > 2 mm, o najwyższej z badanych obecności frakcji mułkowej w ilości 82,44% i 14,96% frakcji ilowej – odpowiadający makroskopowo iłom.

Widoczne makroskopowo okruchy wapieni, dolomitów i piaskowców stanowią w glinach 13,51–20,50%.

Skład mineralny

Został określony metodą mikroskopową w świetle przechodzącym w mikroskopie polaryzacyjnym i uzupełniony fazowymi badaniami rentgenograficznymi wykonanymi dla preparatów orientowanych metodą sedymentacyjną, frakcji ziarnowych < 2 μm : w stanie powietrznie suchym, po nasyceniu glikolem etylenowym oraz po wyprażeniu w temperaturze 560°C.

Badano przykładowo skład typowego ładu szarego z okruchami wapienia i dolomitu (próbą 2) oraz gliny żółto-brunatnej, zapiaszczzonej, bezwapnistej (próbą 11).

Ł szary (próbą 2) buduje drobnokrystaliczna mieszanina węglanów (80%) i ostrokrawędziste ziarna kwarcu (18%). Resztę stanowi drobnoluseczkowaty muskowit/illit. We frakcji < 0,002 mm zmienia się proporcja składników: dolomit – Fe stanowi 20%. Pojawia się kaolinit, illit w ilości 45% oraz minerał mieszanopakietowy illit/smektyt.

Glina (próbą 11) zawiera liczne różnej wielkości okruchy piaskowców, w których kwarc faliście ściemnia światło. Są one słabo zlepione lepiszczem ilasto-żelazistym (muskowit/illit, tlenki żelaza), z udziałem sporadycznie goethytu i minerału mieszanopakietowego illit/smektyt.

Chemizm

Przedmiotem 10-składnikowych analiz chemicznych były utwory krasowe należące do 3 typów. Oznaczenia wykonano w oparciu o przepisy normatywne analiz chemicznych glinokrzemianów metodami wagowymi, kompleksometrycznymi, spektrometrycznymi i ASA. Wyniki są zróżnicowane.

Gliny – głównym składnikiem jest SiO_2 (78,79–70,09%) w postaci kwarcu budującego frakcję piaszczystą i pylastą. Z obecnością krystalicznego kalcytu wiąże się zawartość CaO (2,71–7,20%) i wysokich strat prażenia (do 10,5%). Udział MgO (1,21–2,22%) wskazuje na obecność węglanów o różnym stopniu dolomityzacji. Żelazo (Fe_2O_3 : 3,95–7,22%) ma charakter węglanowy oraz buduje formy tlenowe. Alkalia ($\text{K}_2\text{O}=1,39$ – $1,77\%$ i $\text{Na}_2\text{O}=0,34$ – $1,38\%$) związane są z substancją ilastą, wiążącą również Al_2O_3 , obecną w najdrobniejszych frakcjach.

Osady piaszczyste – reprezentują utwory od piasków kwarcowych ($\text{SiO}_2=94,65\%$) do piasków wapiennych, mułowców i iłowców, zbudowanych w 80% z węglanów o zawartości $\text{SiO}_2=37,91\%$ i $\text{CaO}=13,85\%$, $\text{MgO}=10,42\%$. Różny jest stopień zailenia utworów, co związane jest z zawartością $\text{Al}_2\text{O}_3=1,23$ – $5,46\%$ i sumy alkaliów $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=1,57$ – $2,39\%$. Zmienna zawartość żelaza (0,44–3,23%) wpływa na barwę utworów od jasnej (beżowa, seledynowa) do czerwonej i brunatnej.

Osady pylasto-ilaste – podobnie jak osady piaszczyste wykazują zróżnicowanie chemizmu związane z obecnością SiO_2 (11,31–84,71%) i węglanów ($\text{CaO}=1,63$ – $42,87\%$), jako podstawowych składników. Zawartość Al_2O_3 (1,18–4,54%), Na_2O (0,61–2,02%), K_2O (0,60–3,17%) charakteryzuje stopień zailenia.

Przykładowo podano skład chemiczny gliny wapnistej (próba 3), iłu bezwapnistej (próba 5) i iłu wapnistej (próba 9) (tab. 2).

Tabela 2

Przykładowy skład chemiczny utworów krasowych złoża wapieni „Czatkowice” [% wag.]

Składnik	Symbol próby i typ utworów		
	3 głina	5 ił	9 ił
SiO_2	78,79	86,71	84,12
TiO_2	0,20	0,15	0,18
Al_2O_3	2,29	2,37	3,10
Fe_2O_3	3,95	2,32	6,07
CaO	2,28	1,63	2,67
MgO	2,07	1,52	0,38
K_2O	1,72	1,60	1,03
Na_2O	1,38	1,46	0,38
MnO	0,12	0,01	0,03
Straty prażenia	7,20	2,23	12,04
Suma	100,00	100,00	100,00

Wstępne badania technologiczne

Przeprowadzona charakterystyka mineralogiczno-chemiczna wykazała, że do badań własności ceramicznych i technologicznych nadają się spośród utworów krasowych tylko gliny i ility bezwapniste oraz wapniste, pod warunkiem, że będą to partie pozbawione okruchów skalnych i marglu.

Wykonane badania zostały przeprowadzone pod kątem zastosowania w ceramice materiałów budowlanych. Oznaczono wodę zarobową (Wz), skurczliwość suszenia (Ss), skurczliwość wypalania w temp. 950°C (Sw) i skurczliwość całkowitą (Sc), według normy branżowej BN-85/7011-11 dla surowców i mas ceramicznych. Wyniki podano w tabeli 3.

Tabela 3

Wyniki wstępnych badań technologicznych utworów krasowych złoża wapieni „Czatkowice”

Nr próby	Rodzaj próby	Wz [%]	Ss [%]	Sw [%]	Sc [%]	barwa
1	glina	28,63	8,44	1,68	10,12	ceglasta
3	glina	34,48	10,32	3,14	13,46	ceglasta
5	ił	22,17	3,42	-0,50	2,92	jasnoceglasta
6	glina	23,53	7,68	1,34	9,02	ceglasta
9	ił	39,06	12,84	6,33	19,17	ceglasta

Objaśnienia:

Wz – woda zarobowa, Ss – skurczliwość suszenia, Sc – skurczliwość całkowita, Sw – skurczliwość wypalania w temp. 950°C

Przyjmując, że miarą plastyczności jest wielkość wody zarobowej (Wz), badane próby reprezentują:

- surowce bardzo plastyczne Wz=28,63–39,06% – gliny żółtobrunatne, wapniste (próba, 1 3) oraz ił popielatożółty, wapnisty (próba 9);
- surowce plastyczne Wz=22,17–23,53% – ił beżowobrunatny, bezwapnisty (próba 5) oraz glina żółtobrunatna, wapnista (próba 6).

Wysoki stopień plastyczności niektórych utworów krasowych gliniastych związany jest z ich charakterem mułkowo-ilastym: obecnością illitu i domieszkami montmorillonitu.

Badane gliny należą do surowców tłustych i mogą znaleźć zastosowanie do sporządzania różnego rodzaju mas ceramicznych do produkcji materiałów budowlanych po uprzednim schudzeniu, np. piaskiem występującym w złożu „Czatkowice”.

Podsumowanie

Przeprowadzono badania petrograficzne uziarnienia, składu mineralnego i chemicznego odpadów górnictwa złoża wapieni „Czatkowice”. Odpady budują głównie utwory krasowe o charakterze brunatnych glin z okruskami skalnymi, szare ropy bezwapniste, wapniste i dolomityczne. Ich skład ziarnowy odpowiada mułkom ilastym i piaszczystem oraz piaskom mułkowo-ilastym. Występujące we frakcjach $< 0,002$ mm minerały ilaste: kaolinit, illit, smektyt, warunkują własności plastyczne. Chemizm utworów jest zróżnicowany. Wyniki oznaczeń własności technologicznych: wody zarobowej – Wz (21,17–39,08), skurczliwości całkowitej – Sc (2,92–19,17%), skurczliwości wypalania – Sw (1,34–6,33%) wskazują, że jest to materiał odpowiadający plastycznemu surowcom ilastym ceramiki budowlanej.

Ocena pełnej przydatności surowcowej krasowych odpadów ilastych w złożu wymaga przeprowadzenia analizy ekonomiczno-technologicznej przy zaangażowaniu dużego potencjału badawczego w kierunku ustalenia takich aspektów, jak: selektywne składowanie, rozdrabnianie, segregacja, dobór składu mas ceramicznych, a przede wszystkim rachunek ekonomiczny.

Badania zostały wykonane w Zakładzie Złóż Surowców Skalnych Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w ramach prac statutowych nr 11.11.140.61.

LITERATURA

1. Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce, wg stanu na 31.XII. 2002 r. (2003), PIG, Warszawa.
2. Bilans zasobów kopalni i wód podziemnych w Polsce, wg stanu na 31.XII. 2003 r. (2004), PIG, Warszawa.

3. Bogacz K. (1980): Budowa geologiczna paleozoiku dębnickiego, Roczn. Pol. Tow. Geol., Warszawa, 50/2, s. 183–208.
4. Preidl M. i in. (1987): Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża wapieni karbońskich „Czatkowice” w kat. B + C₁ + C₂, Arch. Przeds. Geol. Kraków.

Recenzent: Dr hab. inż. Andrzej Ślącza
Profesor Politechniki Śląskiej

Abstract

The author investigated grain size distribution as well as mineral and chemical compositions of mining waste generated in the Czatkowice limestone quarry. The waste material represents karst sediments, among which the author brownish loams and grey clays have been distinguished; the grey clays can be further subdivided into calcareous, non-calcareous and dolomitic varieties. The grain size distribution of the deposits studied corresponds to clay and sandy silts and silty-clay sands. The presence of clay minerals in the grain fraction <0.002 mm, i.e. of kaolinite, illite and smectite, secures plasticity of the loams and clays studied. The chemical composition of both major types of materials differs. Determinations of some technological properties, i.e. of the make-up water and total contraction, indicate that the loams and clays have the properties of plastic and low plastic clay raw materials applicable in building ceramics. Utilization of the sediments studied is possible but requires selective quarrying and waste sorting.