

DENSYMETRIA ŁUPKA MIEDZIOWEGO

Michał STODULSKI, Jan DRZYMAŁA

Politechnika Wrocławska, jan.drzymala@pwr.edu.pl

STRESZCZENIE

Sporządzono krzywe densymetryczne dwóch próbek łupka miedzionośnego pochodzącego z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego. Stwierdzono, że przy gęstości $2,93 \text{ g/cm}^3$ we frakcji tonącej, stanowiącej około 23% masy wyjściowej próbki łupka, wydają się dominować wolne lub w dużym stopniu uwolnione minerały siarczkowe. Przy zmniejszających się gęstościach, w zakresie gęstości od $2,93$ do $2,58 \text{ g/cm}^3$, ilość tonącego łupka najpierw wynosi wagowo 2-4% masy wyjściowej próbki, a potem systematycznie rośnie, co sugeruje malejącą zawartość minerałów siarczkowych w łupku, a rosnącą w nim ilość substancji węglowej. Z krzywych densymetrycznych można domniemywać, że ilość płonnego w minerały miedzi łupka wynosi od 20 do 30% masy wyjściowej próbki, a jego gęstość jest mniejsza od $2,5 \text{ g/cm}^3$.

WPROWADZENIE

Jedną z metod wzbogacania jest separacja grawitacyjna, polegająca na rozdzieleniu ziarn mineralnych wykazujących różnice gęstości. Separację grawitacyjną przeprowadza się w ośrodku gazowym lub wodnym. W przypadku ośrodka wodnego, dla podniesienia gęstości wody, rozpuszcza się w niej lub zawieszają substancje o większej niż woda gęstości. Ośrodek taki nazywa się cieczą ciężką (Drzymała, 2001). Ciecze ciężkie dzielą się na jednorodną (ciecze organiczne i roztwory soli nieorganicznych) oraz niejednorodną, zwane zawiesinami (Łuszczkiewicz i Laskowski, 1989). W cieczach zawiesinowych stosuje drobno zmielony magnetyt, żelazokrzem, kwarc, baryt, glinę itd.

Dla określenia możliwości rozdzielenia substancji metodą separacji w cieczach ciężkich niezbędna jest wiedza o zależności masy materiału tonącego od gęstości ośrodka w którym zachodzi separacja, czyli analiza densymetryczna. W celu przeprowadzenia takiej analizy, sporządza się zestawy cieczy ciężkich o wzrastającej gęstości, w których umieszcza się badaną próbkę (nadawę). Dla określenia zawartości poszczególnych frakcji gęstościowych w próbce, oddziela się frakcję tonącą od pływającej. Rezultaty analizy densymetrycznej, w formie zależności między zawartością konkretnych frakcji gęstościowych oraz granicy (dolnej, średniej lub górnej) gęstości danej frakcji, umożliwia określenie charakterystyki materiału. Takie analizy densymetryczne są niezbędne przy wzbogacaniu węgla kamiennego dla ustalenia optymalnej gęstości stosowanej cieczy ciężkiej.

Rudy miedzi, pochodzące z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM), eksploatowane przez KGHM Polska Miedź S.A., mają także w swoim składzie substancje węglowe i występują w postaci trzech warstw litologicznych zwanych piaskowcową, węglanową oraz łupkową. Warstwa łupkowa jest utworem niejednorodnym. W głównej mierze tworzą ją łupki bitumiczne, a jej okruszcowanie w większości ma charakter żyłkowy oraz soczewkowy (Piestrzyński, 1996). Zasadniczymi składnikami utworów łupkowych są minerały ilaste, węglanowe, substancje organiczne oraz kwarc. W składzie, bardzo często można także znaleźć materiał detrytyczny. Obecność węglistej substancji organicznej w dużej mierze

przyczynia się do ciemnej barwy łupka. W całej strefie złożowej najczęściej wyodrębnia się łupek ilasty (smolący), łupek ilasto-dolomityczny oraz łupek dolomitowo-ilasty. Biorąc pod uwagę skromne okruszcowanie łupków dolomitycznych stanowiących około 90% całości łupka, należy zaznaczyć charakterystycznie wysoką zawartość miedzi w łupkach ilastych (smolących), które to z kolei stanowią zaledwie 10% całości łupka. W łupkach obecne są minerały miedziowe, występujące w postaci struktur gniazdowych, żyłkowych czy też rozproszonych (Kucha i Mayer, 1996).

Mając na uwadze wysoką zawartość miedzi oraz cennych pierwiastków jej towarzyszących, można stwierdzić, że łupek jest najatrakcyjniejszy spośród wszystkich warstw litologicznych, budujących złożo. Dlatego należy rozważyć jego oddzielne wzbogacanie, w tym grawitacyjne, ponieważ z jednej strony łupek może zawierać łatwo uwalniane minerały siarczkowe, a z drugiej strony łupek płony. Jednakże, nie jest znana charakterystyka densymetryczna łupków miedziowych pochodzących z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM). Dlatego celem tej pracy jest dokonanie analizy densymetrycznej wybranego łupka z LGOM-u.

CZEŚĆ EKSPERYMENTALNA

Wykorzystaną do badań cieczą ciężką był wodny roztwór poliwolframanu sodu. W celu szybszego osadzania się próbki łupka w cieczy ciężkiej, zastosowano wirówkę UNIVERSAL 320 firmy Hettich. Wirówka została użyta w celu zapewnienia zatonięcia ziarn aby następnie po zaprzestaniu wirowania, ziarna mogły zająć pozycje w cieczy ciężkiej wynikające z ich gęstości. Pobrano dwie próbki łupka miedziowego z fragmentu pokazanego na rys. 1., będącego okazem petrologicznym Zakładu Przeróbki Kopalni i Odpadów Politechniki Wrocławskiej. Fragment łupka miedziowego został uprzednio sprowadzony z Rejonu O/ZG Lubin KGHM Polska Miedź S.A.

Po dokonaniu separacji, frakcje tonące i pływające dokładnie osuszano, a następnie ważąc je wyliczano wychody gramowe i procentowe separacji. Separacji poddano frakcję łupka o uziarnieniu od 1 do 2 mm.



Rysunek 1.
Fotografia badanego łupka miedziowego

DYSKUSJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Wyniki analizy densymetrycznej badanego łupka zamieszczono w tabelach 1-2. Wyniki otrzymane dla obu próbek są zbliżone. Te same wyniki, w postaci krzywej kumulowanej, czyli wychodu (zawartości) danej frakcji gęstościowej od dolnej granicy frakcji przedstawiono na rys. 2-3. Należy odnotować, że w badanym zakresie gęstości cieczy ciężkiej zarówno ziarna

plywające jak i tonące miały czarną barwę (rys. 4-6), co sugeruje, że nie następowało wydzielanie się czystego kwarcu czy dolomitu.

Tabela 1.
Wyniki analizy densymetrycznej badanego łupka (próbka I)

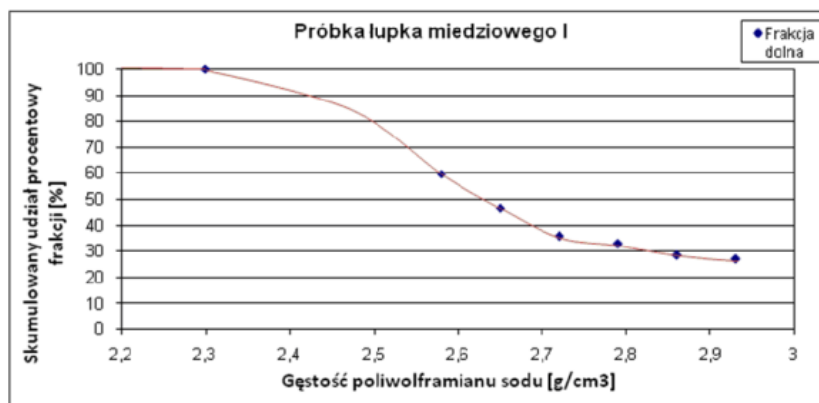
Próbka łupka miedziowego I				
Frakcja gęstościowa [g/cm ³]	średnia wartość gęstości [g/cm ³]	wychód gramowy frakcji tonącej [g]	udział procentowy frakcji [%]	kumulowany udział procentowy frakcji [%]
2,93 – 5,00*	3,965	1,078	26,85	26,85
2,86 - 2,93	2,895	0,0643	1,60	28,45
2,79 - 2,86	2,825	0,1703	4,24	32,69
2,72 - 2,79	2,755	0,1176	2,93	35,62
2,65 - 2,72	2,685	0,4322	10,76	46,38
2,58 - 2,65	2,615	0,5364	13,36	59,74
2,3* - 2,58	2,44	1,6164	40,26	100,00
		Σ 4,0152	Σ 100,00	

* założono górną i dolną granice gęstości granicznych frakcji

Tabela 2.
Wyniki analizy densymetrycznej badanego łupka (próbka II)

Próbka łupka miedziowego II				
Frakcja gęstościowa [g/cm ³]	średnia wartość gęstości [g/cm ³]	wychód gramowy frakcji tonącej [g]	udział procentowy frakcji [%]	kumulowany udział procentowy frakcji [%]
2,93 – 5,00*	3,965	0,8558	21,09	21,09
2,86 - 2,93	2,895	0,1071	2,64	23,73
2,79 - 2,86	2,825	0,4767	11,75	35,48
2,72 - 2,79	2,755	0,2239	5,52	41,00
2,65 - 2,72	2,685	0,2337	5,76	46,76
2,58 - 2,65	2,615	0,5158	12,71	59,47
2,3* - 2,58	2,44	1,6445	40,53	100,00
		Σ 4,0575	Σ 100,00	

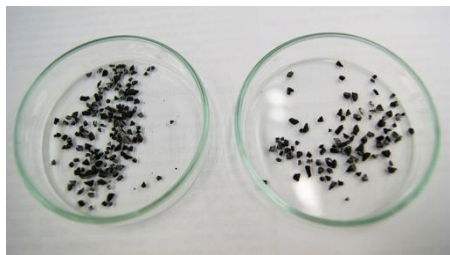
* założono górną i dolną granice gęstości granicznych frakcji



Rysunek 2.
Krzywa rozkładu dla pierwszej próbki łupka miedziowego



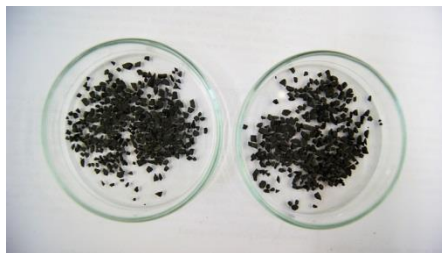
Rysunek 3.
Krzywa rozkładu dla drugiej próbki łupka miedziowego



Rysunek 4.
Fracje dolne łupka miedziowego uzyskane w wyniku rozdziału przy gęstości roztworu poliwolframanu sodu równej 2,93 g/cm³



Rysunek 5.
Fracje dolne łupka miedziowego uzyskane w wyniku rozdziału przy gęstości roztworu poliwolframanu sodu równej 2,58 g/cm³



Rysunek 6.
Fracje górne łupka miedziowego uzyskane w wyniku rozdziału przy gęstości roztworu poliwolframanu sodu równej 2,58 g/cm³

Z przedstawionych danych eksperymentalnych wynika, że przy gęstości 2,93 g/cm³ we frakcji tonącej, stanowiącej około 23% masy wyjściowej próbki łupka, wydają się dominować wolne lub w dużym stopniu uwolnione minerały siarczkowe. Przy zmniejszających się gęstościach, w zakresie od 2,93 do 2,58 g/cm³, ilość tonącego łupka we frakcjach najpierw wynosi wagowo 2-4% masy wyjściowej próbki, a potem systematycznie rośnie, co sugeruje

malejąca zawartość minerałów siarczkowych w łupku, a rosnącą w nim ilość substancji węglowej. Z krzywych densymetrycznych można domniemywać, że ilość płonnego w minerały miedzi łupka wynosi od 20 do 30% masy wyjściowej próbki, a jego gęstość jest mniejsza niż $2,5 \text{ g/cm}^3$. Podobna analiza densymetryczna wykonana dla rudy miedzi z LGOM-u wykazała, że gdyby w próbce łupka istniały wolne białe ziarna kwarcu i dolomitu, wydzielałyby się ona przy charakterystycznych dla siebie gęstościach (odpowiednio przy 2,79 i $2,65 \text{ g/cm}^3$) (Stodulski, 2013).

PODZIĘKOWANIA

Praca była częściowo realizowana w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej nr S30 103.

LITERATURA

- Drzymała J., 2009, *Podstawy mineralurgii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- Kucha, H., Mayer, W., 1966, *Geochemia*. W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A., praca zbiorowa pod redakcją A. Piestrzyńskiego, Wyd. CBPM Cuprum Sp. z o.o., Lubin., 237–241.
- Łuszczkiewicz A., Laskowski J., 1989, *Przeróbka kopalni: Wzbogacanie surowców mineralnych*, Politechnika Wroclawska, Wrocław.
- Piestrzyński A., 1966, *Okruszcowanie*. W: Monografia KGHM Polska Miedź S.A., praca zbiorowa pod redakcją A. Piestrzyńskiego, Wyd. CBPM Cuprum Sp. z o.o., Lubin., 300–323.
- Stodulski, M., 2013. *Próby separacji łupka miedziowego w cieczach ciężkich*, praca dyplomowa inżynierska, opiekun J. Drzymała, Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii.

