

DZETA POTENCJAŁ ŁUPKA MIEDZIOWEGO W WODZIE ORAZ W WODNYCH ROZTWORACH SPIENIACZY FLOTACYJNYCH

Mengsu PENG, Jan DRZYMAŁA

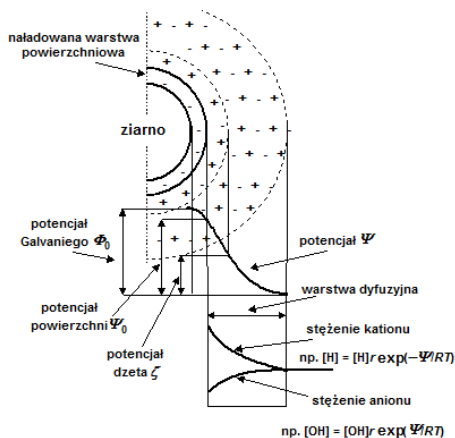
Politechnika Wrocławska, jan.drzymala@pwr.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy ustalono, że punkt izoelektryczny (iep) badanego łupka miedzionośnego pochodzącego z O/ZR Rudna KGHM Polska Miedź S.A. wynosi na skali pH około 3,5. Wartość ta współgra z danymi dotyczącymi koagulacji i prędkości opadania ziarn łupka w wodzie oraz danymi literaturowymi dla innych łupków. Wartość iep przy pH = 3,5 łupka wskazuje, że ma on podobne właściwości jak kwarc oraz substancja węglowa. Nie obserwuje się znacznego wpływu potencjału dzeta dolomitu na potencjał dzeta łupka. Obecność speniacza tylko nieznacznie wpływa na przebieg potencjału dzeta jak i iep łupka.

WPROWADZENIE

Zachowanie się ziarn w procesach mineralurgicznych zależy od wielu parametrów, w tym od właściwości granicy fazowej woda/powierzchnia ziarna. Jednym z takich parametrów jest dzeta potencjał. Jest to spadek potencjału elektrycznego pomiędzy płaszczyzną znajdującą się w pewnym oddaleniu od powierzchni ziarna a głębią roztworu wodnego i wynika on z budowy elektrycznej warstwy podwójnej utworzonej między ziarnem a roztworem (rys. 1). Płaszczyzna ta nazywa się płaszczyzną poślizgu. Jest to płaszczyzna podziału elektrycznej warstwy podwójnej, gdy ziarno porusza się w ciekłym medium. Do tego miejsca przemieszczające się ziarno podróżuje z pewną ilością przylegającego do ziarna roztworu, a pozostała część elektrycznej warstwy podwójnej pozostaje chwilowo w roztworze, by następnie odtworzyć się z udziałem innej części roztworu wodnego (rys. 2).

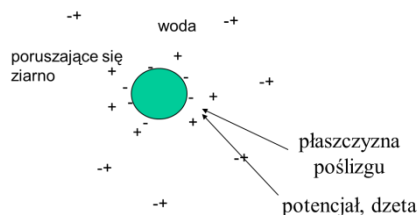


Rysunek 1.

Model elektrycznej warstwy podwójnej, składającej się z naładowanej warstwy powierzchniowej i neutralizującej ją elektrycznie warstwy od strony roztworu w formie rozmytej, zwanej Gouya–Chapmana lub dyfuzyjną (Drzymała, 2009)

Potencjał dzeta przyjmuje wartość ujemną, dodatnią oraz zerową, którą określa się punktem izoelektrycznym (iep) (ang. *isoelectric point*). Dzeta potencjał maleje wraz siłą jonową roztworu. Dzeta potencjał oraz iep to ważne parametry właściwości granic fazowych, użyteczne przy opisie zachowania się zawiesin oraz zjawisk adsorpcji na granicach fazowych, w tym odczynników flotacyjnych, zwłaszcza zbieraczy (Drzymała, 2009).

Parametr iep zwykle zależy od właściwości kwasowo-zasadowych ciała stałego. Substancje posiadające grupy powierzchniowe zdolne do dysocjacji kwasowej i/lub hydrolizy, będą wykazywały iep poniżej pH 7, a o charakterze zasadowym powyżej 7. Ciekawe i ważne zjawisko obserwuje się dla materiałów niejonowych, gdyż ich iep występuje przy pH około 3 i jest interpretowane jest jako wynik uprzywilejowanej adsorpcji jonów OH^- względem jonów H^+ z roztworu (Tabela 1).



Rysunek 2.
Płaszczyzna poślizgu elektrycznej warstwy podwójnej

Tabela 1.
Wartości punktu izoelektrycznego (iep) dla różnych substancji w roztworach wodnych (Drzymała, 2009)

Substancja	pH _{iep}	Substancja	pH _{iep}
Substancje bez grup kwasowo-zasadowych		Substancje o charakterze obojętnym	
Lód, D ₂ O	3,0–3,5	Hematyt, Fe ₂ O ₃	4,8–8,7
Węglowodory, C _n H _{2n+2}	3,3	Tenoryt, CuO	6,0–7,6
Powietrze, O ₂ +N ₂ +CO ₂	3,5	Baryt, BaSO ₄	6,0–8,1
Diamant, C	3,5	Substancje o charakterze alkalicznym	
Bakterie (Nocardia)	3,5	Dolomit, (Ca,Mg)CO ₃	7,5
Substancje o charakterze kwasowym		Magnezyt, MgCO ₃	7,5
Kwarc, SiO ₂	1,54	Peryklaz, MgO	12,0
Kwas oleinowy, C ₁₇ H ₃₃ COOH	2,0		
Siarczki, MeS	2,1–7,0		
Siarka, S	2,1		

CZĘŚĆ EKSPERYMENTALNA

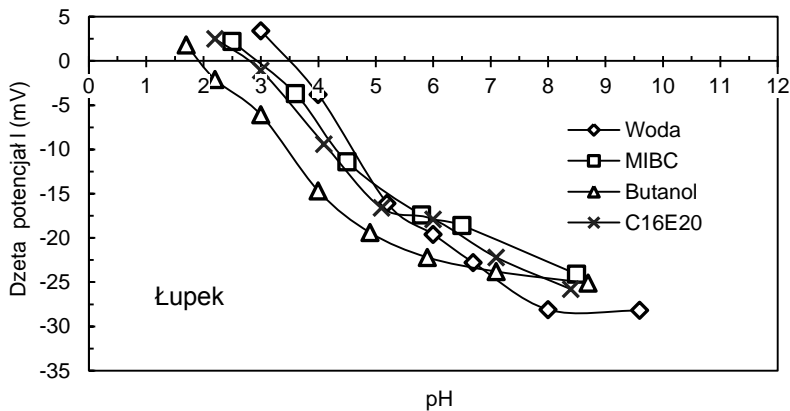
Pomiaru potencjału dzeta łupka miedziowego pochodzącego z O/ZG Rudna (KHGM Polska Miedź S.A.) wykonano za pomocą urządzenia Malvern ZETASIZER 2000. Pomiar wykorzystuje tak zwaną ruchliwość elektroforetyczną, która przelicza się na potencjał dzeta. Do pomiarów łupki poddano rozdrobnieniu do mikronowych wielkości za pomocą móżdziejza. Pomiar prowadzono w roztworze wodnym bez żadnych odczynników, a także w obecności spieniaczy (Peng, 2014). Wyniki pomiarów przedstawia rys. 3. Przykładowy skład łupka miedziowego za Banaszakiem i Banasiem (1996) pokazano w tabeli 2. Skład badanego łupka (A) podano w pracy Bakalarz (2014).

Tabela 2.
Skład chemiczny łupka miedzionośnego (Banaszak i Banaś, 1996)

Skład	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	C _{org.}
%	30,63	10,01	9,90	7,94	4,05	0,32	2,18	8,04
Skład	S _S	S _{SO₃}	FeS ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO ₂	Cu	Pb
%	2,64	1,81	0,66	0,49	1,01	0,15	10,48	0,41

WYNIKI BADAŃ I WNIOSKI

Na rysunku 3. przedstawiono wyniki pomiarów potencjału dzeta łupka miedzionośnego. Z rysunku 3. wynika, że iep łupka znajduje się przy pH około 3,5. Wartość ta współgra z danymi dotyczącymi koagulacji i prędkości opadania ziarn łupka w wodzie (Kruszakin, 2014) oraz pomiarami innych badaczy (Altun, 2009; Takahashi, 2009). Wartość iep przy pH = 3,5 łupka wskazuje, że ma on podobne właściwości jak kwarc (iep 2, Kosmulski, 2009; Peng, 2014) oraz substancja węglowa. Nie obserwuje się znacznego wpływu potencjału dzeta dolomitu (pH=8, Pokrovsky et al., 1999) na potencjał dzeta łupka. Obecność spieniacza tylko nieznacznie wpływa na przebieg potencjału dzeta jak i iep łupka.



Rysunek 3.

Potencjał dzeta łupka od pH roztworu w wodzie i w obecności spieniaczy. Stężenie spieniaczy wynosiło $2 \cdot CCC_{95}$ czyli: MIBC 1,7, butanol 0,22 oraz C₁₆E₂₀ 0,064 mmol/dm³

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Profesorowi Z. Sadowskiemu i Doktor Annie Bastrzyk za umożliwienie przeprowadzenia pomiaru potencjału dzeta. Praca była częściowo realizowana w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej nr S30 103.

LITERATURA

Altun, N.E., 2009, *Incidental release of bitumen during oil shale grinding and impacts on oil shale beneficiation*, Oil Shale, 26(3), 382–398.

- Bakalarz, A., 2014, Charakterystyka chemiczna i mineralogiczna łupków pochodzących z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego, w: Łupek miedzionośny, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), Ofic. Wyd. PWr, Wrocław, 2014, 13-18.
- Banaszak, T., Banaś, M., 1996, *Monografia KGHM Polska Miedź S.A. Część II Geologia*. Lubin: CBPM Cuprum.
- Drzymała, J., 2009, *Podstawy Mineralurgii*, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław .
- Kosmulski, M., 2009, *Surface charging and points of zero charge*, CRC Press; Boca Raton, 1st edition.
- Kruszakin, K.B., 2014, *Koagulacja łupka miedziowego*, praca dyplomowa inżynierska, opiekun J. Drzymała, Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii.
- Peng, M. 2014, *Separation of copper-bearing carbonaceous shale from quartz by flotation in the presence of frothers*, praca dyplomowa magisterska, opiekun J. Drzymała, Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii.
- Pokrovsky, O. S., Schott, J., Thomas, F., 1999, *Dolomite surface speciation and reactivity in aquatic systems*, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 63, 3133-3143.
- Takahashi, S., 2009, *Water imbibition, electrical surface forces and wettability of low permeability porous media*, Ph.D. Stanford University.