

Janusz Lekki
Janusz Laskowski

KATEDRA PRZEROBKI MECHANICZNEJ
KOPALIN POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
GLIWICE

WPLYW CHLORKU SODU W WODACH KOPALNIA NYCH LGOM NA FLOTACJĘ RUDY MIEDZI

1. Wstęp

Zagadnienie flotacji rudy miedzi w wodach zasolonych jest bardzo ważne ponieważ w LGOM są używane do flotacji wody kopalniane o dużej zawartości chlorku sodu.

Zagadnienia te były przedmiotem obszernych badań dla kopalni o wysokiej naturalnej hydrofobowości, dla których wykazano korzystny wpływ soli na proces flotacji.

W przypadku flotacji rud miedzi, w pierwszych pracach stwierdzono, że w środowisku takim flotacja zachodzi dobrze i nie należy się obawiać obniżenia wskaźników technologicznych¹. W następnej pracy wykazano, że w zależności od zużycia odczynnika spieniającego istnieją dwa obszary dobrej flotowalności. Zależności te występują we flotacji mieszanek rud oraz we flotacjach oczyszczających².

Dalszym etapem tych prac były doświadczenia, których celem było prześledzenie szeregu zjawisk fizykochemicznych towarzyszących omawianym tu procesom³. W podsumowaniu tych doświadczeń można stwierdzić, że działanie chlorku sodu jest podwójne:

- wpływa on na współdziałanie zbieracza ze spieniaczem przy powierzchni minerału miedzi,
- zmienia własności pianotwórcze rozwtorów flotacyjnych.

Leja i Schulman wytłumaczyli w swoich pracach przyczynę pogarszania się wyników flotacji przy przedozowaniu odczynników zbierającego i pianotwórczego^{4,5,6}. Pewnego rodzaju uzupełnieniem tych prac jest publikacja Liwszycy i Bużenkowej⁷. Dopiero jednak ostatnio podjęto próbę wytłumaczenia wyjątkowo korzystnego efektu współdziałania odczynników zbierającego i pianotwórczego przy optymalnych ich rozchodach^{8,9} przejawiającego się najkrótszym czasem flotacji i najlepszą selektywnością¹⁰.

W cytowanej pracy⁹ przedstawiono dowody eksperymentalne świadczące o tym, że w zależności od potencjału powierzchni chlorkozynu określonego przez pH i adsorpcję ksantogenu, na powierzchni tej zachodzi adsorpcja lub desorpcja α -terpineolu dodatkowo uintensyfikowana obecnością pęcherzyków powietrza. Proces ten wpływa w decydujący sposób na grubość filmu wod-

nego wokół ziarna a zatem określa również prawdopodobieństwo zderzenia się i przytwierdzenia ziarna do pęcherzyka. W ten sposób udaje się wytlumaczyć znany fakt, że odczynniki pianotwórcze nie wpływają w istotny sposób na kąt zwilżania wpływają wyraźnie na czas indukcji. Podany wcześniej wpływ chlorku sodu na współdziałanie zbieracza ze spieniaczem przy powierzchni minerału należy rozumieć jako wpływ na osiągnięcie stanu równowagi dynamicznej procesów adsorpcyjno-desorpcyjnych.

Celem niniejszej pracy jest eksperymentalne wykazanie wpływu chlorku sodu na flotację chalkozynu oraz flotację poszczególnych odmian litologicznych rudy miedzi w realnych warunkach tego procesu.

2. Metodyka badań

Adsorpcja ksantogenu. Adsorpcję określano ze stężeń roztworów przy użyciu spektrofotometru firmy Zeiss. Pomiary były dokonywane przy długości fali równej 300 mμ. W obu kuwetach umieszczano próbki syntetycznego chalkozynu (uziarnienie 0,2-0,15 mm) wraz z danymi roztworami. Ksantogenian znajdował się tylko w kuwecie pomiarowej. Mieszanie odbywało się przez wstrząsanie kuwetami co 1 minutę.

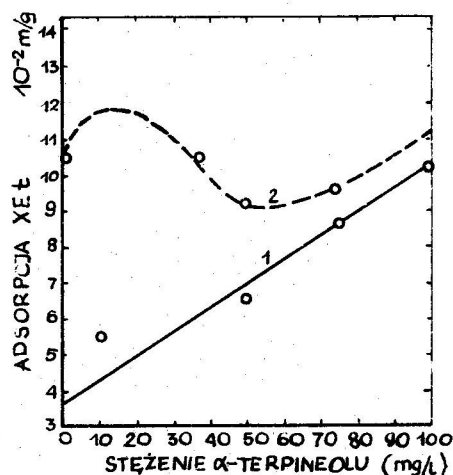
Czas indukcji był mierzony aparatem kontaktowym produkcji UMCS. Do pomiarów stosowano syntetyczny chalkozyn o uziarnieniu 0,2-0,15 mm.

Pomiar napięcia powierzchniowego był wykonywany metodą Rebindera (metoda maksymalnego ciśnienia) w temperaturze $20^{0\pm 0,1}C$. Dla kontroli część pomiarów wykonano metodą ważenia kropli.

Pomiar pianotwórczości. Zdolność pienienia roztworów była oceniana z pomiaru maksymalnej wysokości słupa piany w cylindrze o średnicy 4,5 cm przy przepuszczeniu przez spiek w dnie określonej ilości powietrza z prędkością 25 l/h. Wykonywano po 20 pomiarów dla każdego stężenia podając wyniki średnie.

Doświadczenia flotacyjne. Doświadczenia z użyciem syntetycznego chalkozynu wykonywano techniką mikroflotacji w aparacie Hallimonda - Fuerstenaу'a¹¹. Jednorazowo do doświadczeń używano 2 gramowe naważki minerału o uziarnieniu 0,15-0,1 mm.

Próby flotacji rudy wykonywano w 1-litrowej maszynie laboratoryjnej typu "Mechanobr". Nadawę stanowiła ruda mielona na mokro w stalowym młynku kulowym do uziarnienia 70% ziarn poniżej 0,075 mm. Jednorazowo do doświadczeń była używana 300 gramowa próbka rudy. Czas mieszania z odczynnikami przed flotacją wynosił 1 min.



Rys. 1. Zależność adsorpcji ksantogenu na chalkozynie od stężenia α-terpineolu (pH = 9,7)

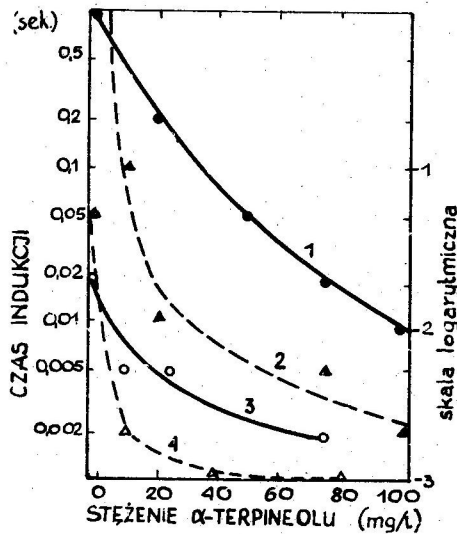
1. Po jednej minucie, bez NaCl, 2. Po jednej minucie - 10 g/l NaCl

3. Wyniki

Na rys. 1 pokazano adsorpcję ksantogenu etylowego na chalkozynie w zależności od stężenia roztworu α-terpineolu oraz stężenia NaCl. Na rysunku zamieszczono wyniki adsorpcji po 1 min. kontaktowania roztworu z chalkozynem. Po 10 min. następuje ustalenie wyników i wielkość adsorpcji osiąga te same wartości bez względu na stężenie α-terpineolu i NaCl. Wyniki zamieszczone na rysunku wyraźnie pokazują uintensywnienie procesu adsorpcji ksantogenu przy wprowadzeniu do roztworu również i NaCl.

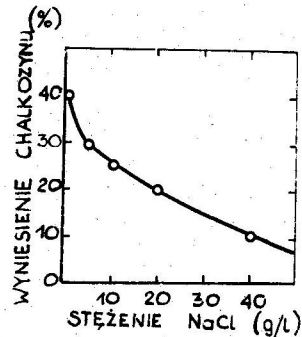
Na rys. 2 przedstawiono wyniki pomiarów czasu indukcji. Dodatek NaCl wpływa wyraźnie na obniżenie czasu indukcji. Jedynie w przypadku nieobecności α-terpineolu wprowadzenie NaCl wydaje się czas ten wydłużać. Potwierdzeniem tego rodzaju wniosków mogą być wyniki mikroflotacji przedstawione na rys. 3 i 4. Przy nieobecności α-terpineolu NaCl wpływa na flotację niekorzystnie, dodatek α-terpineolu wpływ ten eliminuje. Przy odpowiednich ilościach α-terpineolu flotacja po wprowadzeniu NaCl przebiega znacznie lepiej.

W realnych warunkach procesu flotacji dużą rolę odgrywa również zdolność roztworów flotacyjnych do pienienia. Na rys. 5 pokazano w sposób syntetyczny napięcia powierzchniowe roztworów wody destylowanej w zależności od stężenia chlorku sodu i α-terpineolu, na rys. 6 naniesiono wyniki pomiarów pianotwórczości.

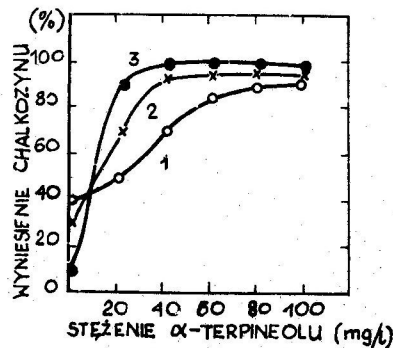


Rys. 2. Zależność czasu indukcji od stężenia α-terpineolu (czas kontaktowania się odczynników z chalkozynem 1 min.)

1. XEt - 0,2 mg/g, bez NaCl, 2. XEt - 0,2 mg/g, NaCl - 5 g/l, 3. XEt - 1 mg/g, bez NaCl, 4. XEt - 1 mg/g, NaCl - 5 g/l



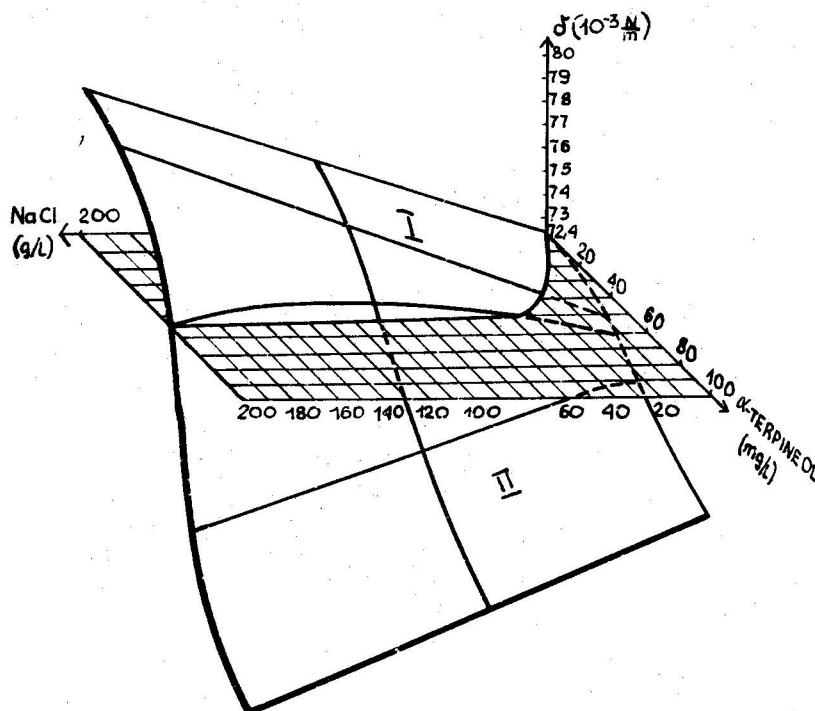
Rys. 3. Flotacja chalkozynu w roztworach NaCl (czas flot. 1 min., przepływ powietrza 13 l/godz, mieszanie 1 min, XEt 3 mg/g, pH = 9,7)



Rys. 4. Zależność flotowalności chalkozynu od stężenia roztworów α-terpineolu i NaCl (mieszanie 1 min, czas flot. 1 min, przepływ powietrza 13 l/godz, XEt 3 mg/g, pH = 9,7)

1. bez NaCl, 2. NaCl - 5 g/l, 3. NaCl - 40 g/l

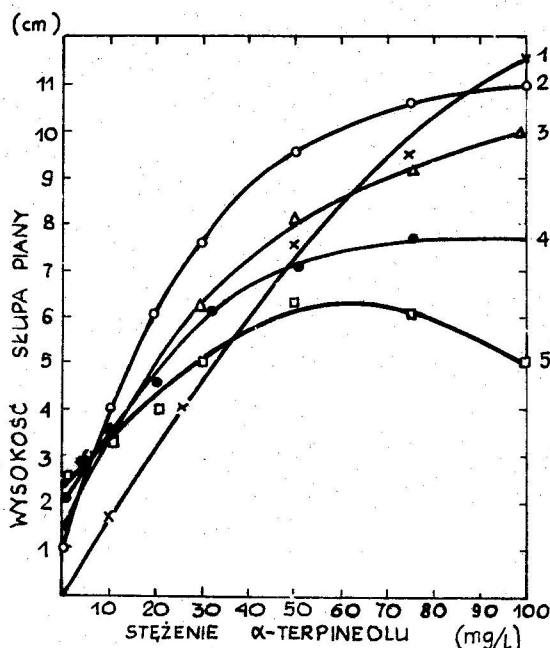
W roztworach chlorku sodu z α -terpineolem można wyróżnić dwa obszary napięć powierzchniowych. W I obszarze roztwór posiada napięcie powierzchniowe wyższe od wody, w II niższe. Do pewnego stężenia α -terpineolu roztwory NaCl posiadają napięcia powierzchniowe wyższe od napięcia powierzchniowego wody. Z rys. 6 widać, że przy wysokich stężeniach α -terpineolu i NaCl następuje obniżenie zdolności pianotwórczych roztworów i jest to zgodne z wcześniejszymi obserwacjami¹².



Rys. 5. Zależność napięcia powierzchniowego roztworów wodnych od stężenia α -terpineolu i NaCl

Na rysunkach 7, 8 i 9 umieszczono wyniki flotacji poszczególnych odmian litologicznych rudy miedzi. Wyniki tych doświadczeń (flotacje frakcjonowane) przedstawiono na rys. 10 w układzie $\varepsilon = f(\gamma)$. Widać, że dla rudy piaskowocewej i łupkowej punkty eksperymentalne otrzymane z flotacji w wodzie kranowej oraz w wodzie zasolonej leżą na tych samych krzywych. Świadczy to o takiej samej selektywności procesu wzbogacania. NaCl wpływa jedynie na wyniki wzbogacania rudy wapiennej (rys. 10, krzywa 2). Wyniki te mówią, że w badanych warunkach głównym efektem działania NaCl jest pod-

szenie pianotwórczości roztworów. Przy małych stężeniach α -terpineolu nie wystarczających jeszcze do otrzymania stabilnych pian, dodatek soli zwiększając trwałość piany działa korzystnie na proces flotacji pianowej.



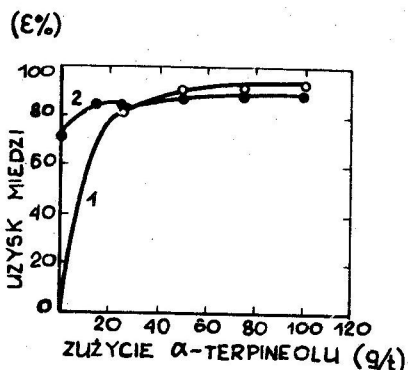
Rys. 6. Zdolności pianotwórcze roztworów o różnych stężeniach α -terpineolu i NaCl

1. bez NaCl, 2. NaCl - 25 g/l, 3. NaCl - 50 g/l, 4. NaCl - 100 g/l, 5. NaCl - 150 g/l

4. Omówienie wyników

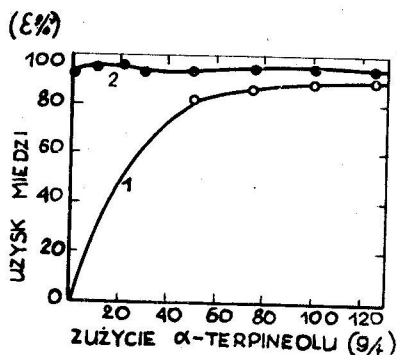
W przedstawionych wynikach dają się wyraźnie zauważyć dwa kierunki działania NaCl zawartego w roztworach flotacyjnych. Wydaje się, że pierwszy efekt można wytłumaczyć wpływem NaCl na stwierdzone ostatnio dynamiczne współdziałanie odczynnika zbierającego i pianotwórczego w pobliżu powierzchni mineralnej. Elektrolit uintensyfikuje to współdziałanie i wyniki przedstawione na rys. 1 i 2 wnioszek taki potwierdzają. Przy odpowiednich stężeniach α -terpineolu wprowadzenie NaCl może więc działać korzystnie na flotację chalcocynu (rys. 4).

W warunkach flotacji pianowej dochodzi jeszcze czynnik określany trwałością piany. Obecność NaCl może mieć tu różny wpływ ale przy stężeniach realnych w praktyce wpływ ten jest z reguły korzystny.



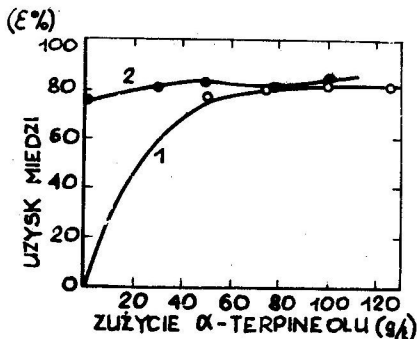
Rys. 7. Flotacja piaskowocewej rudy miedzi w zależności od stężenia α -terpineolu (uziarnienie 37% - 0,075 mm, XEt - 150 g/t czas flotacji 8 min)

1. o flotacja w wodzie wodociągowej,
2. Δ flotacja w wodzie z kopalni Polkowice (14 g/l NaCl)



Rys. 8. Flotacja żupkowej rudy miedzi w zależności od stężenia α -terpineolu (uziarnienie 70% - 0,075 mm, XEt - 300 g/t, czas flotacji 30 min)

1. o flotacja w wodzie wodociągowej,
2. Δ flotacja w wodzie z kop. Polkowice (17 g/l NaCl)

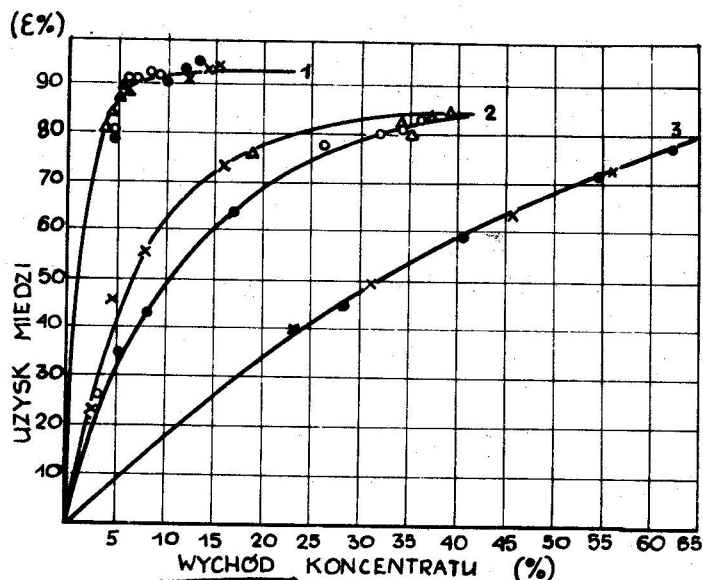


Rys. 9. Flotacja wapiennej rudy miedzi w zależności od stężenia α -terpineolu (uziarnienie 77% - 0,075 mm, XEt - 300 g/t, czas flotacji 20 min)

1. o flotacja w wodzie wodociągowej, 2. Δ flotacja w wodzie kopalni Polkowice (17 g/l NaCl)

Wnioski te potwierdzają w pełni jedynie wyniki flotacji rudy węglanowej (rys. 9 i 10), dla której flotacja w wodzie kopalnianej zawierającej sole jest lepsza. Dla rudy piaskowcowej i łupkowej stwierdza się uintensywnienie procesu, który jednak jest charakteryzowany tą samą krzywą wzbo-
gacania i co za tym idzie wskazuje jedynie na lepsze pienienie roztworów.

Należy przypuszczać, że jest to spowodowane bardzo łatwą flotowalnością piaskowców miedzionośnych, dla których poprawa flotacji jest już trudno uchwytna oraz specyficzną budową mineralogiczną odmiany łupkowej, w której następuje raczej flotacja bituminów¹³. Jedynie w przypadku odmiany wapiennej udaje się uchwycić oba efekty działania chlorku sodu.



Rys. 10. Krzywe $\epsilon = f(r)$ opracowane na podstawie wyników rysunków 7, 8 i 9 dla poszczególnych odmian rudy

①, ruda piaskowcowa, ②, ruda wapienna, ③, ruda łupkowa; ● flotacja frakcjonowana w wodzie wodociągowej, × flotacja frakcjonowana w wodzie z kopalni Polkowice, ○ flotacja w wodzie wodociągowej przy zmiennych ilościach α -terpineolu, Δ flotacja w wodzie z kopalni Polkowice przy zmiennej ilości α -terpineolu

Wprowadzenie NaCl do wodnych roztworów α -terpineolu - jak to pokazano na rys. 6 - poprawia w szerokich granicach właściwości pianotwórcze tych roztworów. Porównanie wyników przedstawionych na rys. 5 i 6 wskazuje, że wyższa pianotwórczość jest uzyskiwana przez roztwory, w których napięcie powierzchniowe jest wyższe od napięcia wody destylowanej (obszar I na rys. 5). Wydaje się celowe rozróżniać flotację prowadzoną w obszarze podwyższ-

nego napięcia powierzchniowego (względem wody) jako flotację solną oraz flotację w rozwarze o obniżonym napięciu powierzchniowym jako flotację w rozwarze soli.

LITERATURA

- ¹Adamićzka J., Bortel R., Sprawozdanie IMN, Nr 713/14, Gliwice 1964.
- ²Lekki J., Żmudziński K., Rudy i Metale Nieżelazne, Nr 9, s. 442(1969).
- ³Lekki J., Zastosowanie wody kopalnianej do flotacji rud z rejonu Lubina i Polkowic w świetle fizykochemicznych badań układu chlorku sodu - α -terpineol - ksantogenu. Praca doktorska. Politechnika Śląska, Gliwice 1970.
- ⁴Leja J., Schulman J.H., Mining Engineering, 6, s. 221 (1954).
- ⁵Schulman J.H., Leja J., Kolloid Zeitschrift, 136, s. 107 (1954).
- ⁶Leja J., Interactions at interface in relation to froth flotation. Proceedings of 2nd Intern. Congr. of Surface Activity, Butterworths, London 1957, vol. 3, s. 273.
- ⁷Livshits A.K., Dudenkov S.V., Some factors in flotation froth stability. 7th Intern. Mineral Processing Congress. Gordon and Breach Sci. Publ. Inc., New York 1965, s. 367.
- ⁸Lekki J., Laskowski J., Badania wpływu terpineolu na flotację chalcocynu. VII Seminarium "Fizykochemiczne problemy przeróbki kopalin", Gliwice 1969.
- ⁹Lekki J., Laskowski J., On the dynamic effect of frother - collector joint action in flotation. Transactions IMM, Section C, Spet. 1971, w druku.
- ¹⁰Lekki J., Bruski J., Laskowski J., Współdziałanie odczynników zbierających i pianotwórczych we flotacji rud miedzi z LGOM. III Krajowy Zjazd Górnictwa Rud, w druku.
- ¹¹Fuerstenau D.W., Metzger P.H., Seale G.H., How to use this modified Hallimond tube for better flotation testing. Engin. and Min. Journ., 158, No 3, s. 93 (1957).
- ¹²Iskra J., Laskowski J., Zeszyty Naukowe Pol. Śląskiej - Górnictwo, Nr 11, s. 73 (1964).
- ¹³Bortel R., Rudy i Metale Nieżelazne, Nr 6, s. 276 (1968).