

Wiesław DŁUGOSZ *,
Maria CZERWIŃSKA *

SELEKTYWNA FLOTACJA KWARCU

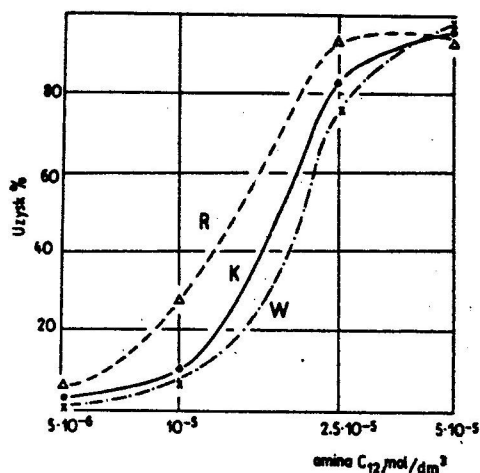
Z ruchliwości elektrokinetycznej kwarcu jako funkcji stężenia chłowodorku dodecyloaminy i skrobi ziemniaczanej określono warunki selektywnej flotacji kwarcu. Stosując flotację frakcjonowaną kwarcu przy stężeniu aminy $2 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ – $3 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ otrzymano koncentrat kwarcu do produkcji wysokiej jakości szkła kwarcowego. Produkt końcowy zawierał: 0,0011 % Fe₂O₃, 0,0001 % TiO₂ i 0,0133 % Al₂O₃.

Otrzymywanie wysokiej jakości kwarcu z polskich żył kwarcowych wymaga znacznie rozwiniętych schematów przeróbki [1-3]. Usuwając flotacyjnie w dwóch stadiach minerały feldspowe, łuszczyki i skalenie można wyraźnie poprawić jakość kwarcu, w którym pozostają jednak ziarna w różnym stopniu powierzchniowo zanieczyszczone tlenkami żelaza i innymi substancjami mineralnymi. Poznanie zdolności flotacyjnych czystych ziarn kwarcu i depresującego wpływu skrobi na ziarna zanieczyszczone jest istotne w dalszym doskonaleniu technologii wzbogacania surowców krzemionkowych. Selektowne flotowanie kwarcu aminami znalazło najszersze zastosowanie przy wzbogacaniu kwarcytowych rud żelaza, gdzie depresorem dla minerałów żelaza jest skrobia [4-6].

* Instytut Przeróbki i Wykorzystania Surowców Mineralnych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

1. Flotacja kwarcu chlorowodorkiem dodecyloaminy

W czasie flotacji kwarców z Rębiszowa (R), Kamienicy (K) i Wądroża Wielkiego (W) aminą C_{12} przy stężeniu 10^{-5} , $-2,5 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ występują wyraźne różnice wartości uzysku (rys. 1). W przedziale pH od 4 do 9 uzyski kształtowały się następująco: $\epsilon_R > \epsilon_K > \epsilon_W$. W pracy [7] stwier-



Rys. 1. Flotacja kwarcu w roztworach chlorowodorku dodecyloaminy pH = 8. Klasa 0,2-0,3 mm. R - kwarc z Rębiszowa, K - Kamienicy, W - Wądroża W.

Fig. 1. Flotation of quartz in hydrochloride dodecylamine solutions, pH = 8, class 0.2-0.3 mm. R - quartz from Rębiszów, K - quartz from Kamienica, W - quartz from Wądroże.

dzono, że potencjał elektrokinetyczny kwarcu, który kształtuje zdolność sorpcyjną aminy C_{12} na kwarcu jest zależny od ilości zanieczyszczeń występujących na powierzchni ziarn. Kwarce z Rębiszowa i Kamienicy zawierają znacznie więcej zanieczyszczeń niż kwarc z Wądroża czy Rozdroża Izerskiego: glinu nawet o rząd wielkości (Tab. 1). Średnie wartości po-

Tabela 1

Jakość kwarcu przed wzbogacaniem flotacyjnym
w ppm. Klasa 0,1-0,5 mm

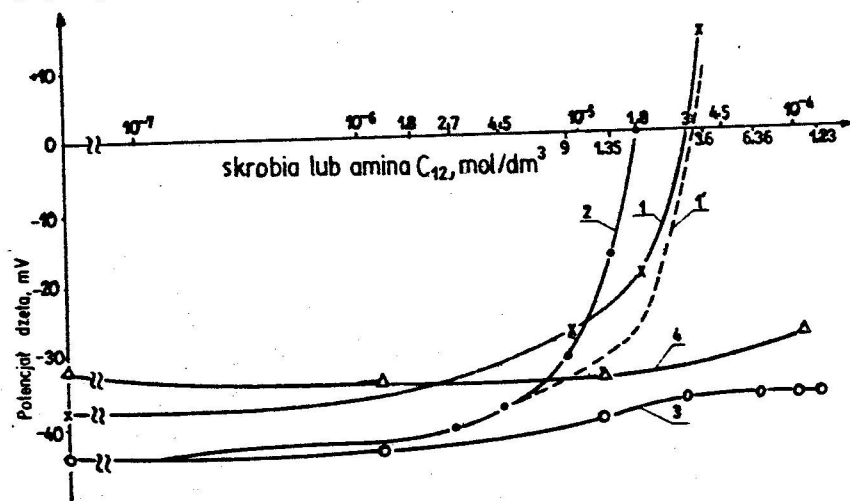
Kwarc gat. I	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Kamienica	2699	109	30
Rębiszów	1779	65	20
Wądroże W.	1100	37	30
Rozdroże Iz.	513	50	8

tencjału dzeta kwarców w 0.01 N KCl określone w mV były równe: - 33 _K > - 32 _R > - 21 _W. Podobne, chociaż mniej wyraźne zależności otrzymano z pomiarów ruchliwości elektroforetycznej kwarców w roztworach aminy

C_{12} o stężeniu podanym poprzednio. Zerowe wartości potencjału dzeta otrzymuje się w przedziale $2,5-3,3 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³. Gdy flotowane są kwarcce aminą w obecności skrobi, to uzyski kształtują się następująco $\epsilon_w > \epsilon_K > \epsilon_R$. W tym przypadku widoczne jest oddziaływanie skrobi na ziarna kwarcu zanieczyszczone tlenkami żelaza. Pomiary ruchliwości elektroforetycznej wykonano na Dzetametrze 74 produkcji Politechniki Śląskiej. Używano syntetycznie czystego chlorowodoru dodecyloaminy oraz skrobi ziemniaczanej niemodyfikowanej. Zależnie od skali doświadczeń flotowano w 0,5, 2 i 5 l maszynie flotacyjnej typu Denver, wykonanej ze szkła organicznego. Zagęszczenie; 250 g kwarcu w 1 dm³ wody.

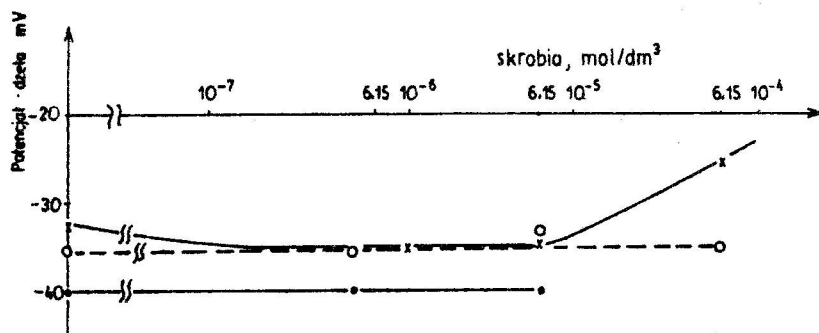
2. Potencjały dzeta kwarcu w obecności skrobi i chlorowodoru dodecyloaminy

Zmienne ilości skrobi do $1,23 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ nie wywołują zmiany wartości potencjału dzeta kwarcu ze złoża Kamienica (Rys. 2 - krzywa 3) i innych (rys. 3). Przy wyższych stężeniach występuje obniżenie się bezwzględnej wartości potencjału, co nie jest skutkiem działania skrobi

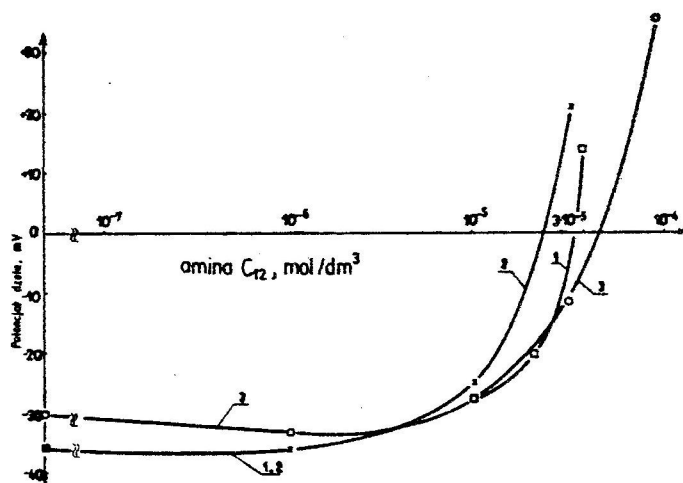


Rys. 2. Zmiany potencjału dzeta kwarcu z Kamienicy gat. II przy pH=8,5
1-- skrobia $1,23 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ przy zmiennej ilości chlorowodoru dodecyloaminy, 2 - bez skrobi, zmienne ilości aminy C_{12} , 3 - bez aminy, zmienne ilości skrobi, 4.- zmienne ilości skrobi z dodatkiem aminy C_{12} , w ilości $0,9 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³, 1'- przesunięta krzywa 1.

Fig. 2. Zeta potential of quartz from Kamienica sort II, pH = 8.5
1 - starch $1,23 \cdot 10^{-5}$ mole/dm³ at different quantity of hydrochloride dodecyloamine, 2 - without starch, different quantity of C_{12} , 3 - without amine, different quantity of starch, 4 - different quantity of starch with addition of amine C_{12} ($0,9 \cdot 10^{-5}$ mole/dm³), 1'- shifted curve 1.



Rys. 3. Wpływ skrobi na potencjał dzeta kwarcu prażonego
 ●—● kwarc izerski 2, ○—○ kwarc iz. 3, x—x kwarc z Rębiszowa, pH=8,5
 Fig. 3. Effect of starch on zeta potential of grilled quartz
 ●—● quartz from Rozdroże Izerskie 2, ○—○ quartz from Rozdroże Izer-
 skie 3, x—x quartz from Rębiszów, pH 8.5



Rys. 4. Zmianę potencjału dzeta kwarców przy stałym stężeniu skrobi $6 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³ i zmiennej ilości chlorowodoru dodecyloaminy przy pH=8,5
 1 - Kamienica gat. II, 2 - Rozdroże gat. I, 3 - Rębiszów gat. I

Fig. 4. Zeta potential of quartzes as a function of quantity of hydro-
 chloride dodecyloamine at constant starch concentration $6 \cdot 10^{-5}$ mole/dm³,
 pH = 8.5
 1 - Kamienica deposit sort II, 2 - Rozdroże deposit sort I, 3 - Rębiszów
 deposit sort I

a wynika ze zmniejszenia się wartości pH = 8,5 do 7,5 przy stężeniu skrobi powyżej $1,23 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³. Tę samą wartość potencjału około -37 mV otrzymano dla stężenia skrobi $1,23 \cdot 10^{-4}$ mol/dm³ bez dodatku aminy (początek krzywej 1, Rys. 2). W roztworze o pH = 8,5 bez aminy i skrobi

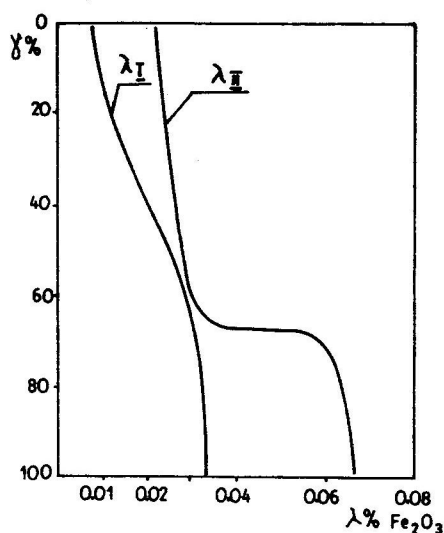
wartość potencjału elektrokinetycznego równa jest - 44 mV (Rys. 2, początek krzywych 2 i 3). W przypadku przesunięcia krzywej 1 do pozycji wyjściowej dla krzywej 2, to jest eliminując wpływ pH na potencjał, otrzyma się krzywą 1', która przy porównywaniu z krzywą 2 podkreśla nieznaczne ujemne działanie skrobi na powierzchnię kwarcu, ograniczające adsorpcję na niej aminy. Takie ograniczanie występuje tylko przy stężeniach aminy w przedziale od około $4,5 \cdot 10^{-6}$ do $4 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³.

Skrobia bardziej ogranicza adsorpcję aminy na kwarcu z Kamienicy i Rębiszowa niż na kwarcu z Rozdroża Izerskiego (Rys. 4). Ten ostatni zawiera kilkakrotnie mniej tlenków żelaza i glinu od innych. Punkty zerowego potencjału mieszczą się w znacznie szerszym przedziale, gdy w roztworze znajduje się skrobia i amina (Rys. 4), w przeciwieństwie do wąskiego przedziału, gdy zmieniano tylko stężenie chlorowodoru dodecylaminowy.

3. Flotacja kwarcu w obecności skrobi ziemniaczanej

Z kwarcu po dwóch stadiach flotacji minerałów akcesorycznych można wydzielić frakcję o zróżnicowanej zawartości tlenków żelaza, tytanu i glinu używając skrobi. Ziarna kwarcu zanieczyszczone powierzchniowo tlenkami żelaza depresowane są częściowo skrobią i przy porcjonalnym dawkowaniu aminy jest możliwe zmniejszenie zawartości tlenków żelaza w kwarcu, to jest w produkcie pianowym. Dodawane ilości zbieracza nie powinny prowadzić do pełnej flokulacji wszystkich ziarn kwarcu, wtedy bowiem zanika selektywność rozdzielu. Niewielkie zróżnicowanie zdolności adsorpcyjnej kwarców w różny sposób podatnych na działanie skrobi i aminy w przedziale stężeń od 10^{-5} do 10^{-4} mol/dm³ zostały wykorzystane w warunkach flotacyjnego wzbogacania [1]. Bardzo wyraźne zróżnicowanie jakości frakcji kwarcu uzyskano przy flotacji kwarcu z Kamienicy, który składał się z ziarn czystych i różowych (Rys. 5). (Szczegółowe wyniki technologiczne w pracy [1]). Kwarc izerski jest bardzo czystym surowcem, stąd w produkcie komorowym obserwowano niewielkie powiększenie ilości ziarn ciemnych i różowych. Flotację selektywną kwarcu wykonywano w 2-litrowej maszynie flotacyjnej z 500 g porcją kwarcu. W tych warunkach przy dozowaniu, np. 50 g aminy na tonę surowca, stężenie w roztworze było równe około $5,4 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³.

Prace technologiczne selektywnej flotacji kwarcu z kilku złóż [1] wskazują, że stosowanie skrobi do depresji kwarców zażelazionych pozwala osiągnąć znaczną poprawę jakości koncentratu kwarcowego w czasie frakcjonowanej flotacji z użyciem aminy (tab. 2). Z koncentratu flo-



Rys. 5. Flotacja kwarcu chlorowodrokiem dodecyloaminy w obecności skrobi 250 g/t, kwarc z Kamienicy gat. I i II

$\alpha_I = 0,021 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $\alpha_{II} = 0,037 \text{ Fe}_2\text{O}_3$,
 λ - podstawowa krzywa wzbogacalności

Fig. 5. Quartz flotation with hydrochloride dodecyloamine in the presence of starch 250 g/t, quartz from Kamienica sort I and II

$\alpha_I = 0.021 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $\alpha_{II} = 0.037 \text{ Fe}_2\text{O}_3$
 λ - basic enrichment curve

Tabela 2

Jakość mielniwa kwarcowego klasa 0,1-0,5 mm w ppm
 z kwarców żyłowych po wzbogaceniu wstępnym i flotacji

Mieliwo kwarcowe z surowca	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	MnO
Kamienica	1965	71	16	542	431	10	109	23
Rębiszów	1058	53	16	289	135	10	51	19
Wądroże W.	170	18	10	27	48	6	5	-
Rozdroże Iz.	133	11	1	20	31	9	2	1
Wymagania techniczne	20-100	2-10	1-4	10	5-13	10	2	1

tacyjnego kwarcu z Rozdroża Izerskiego, który jakością bliski był wymaganiom technicznym, wytopiono w "Polam" w skali laboratoryjnej i półtechnicznej szkło kwarcowe nie ustępujące jakości szkła z kwarcu brazylijskiego.

Literatura

1. Długosz W., Czerwińska M., Trójstadialne wzbogacanie flotacyjne kwarców żyłowych. V Gliwickie Symp. Teorii i Praktyki Procesów Przerobczych. Politechnika Śląska, 1986, s. 45-50.

2. Morawiecki A., Uwagi o żyłach kwarcowych w Białej Górze na Rozdrożu Izerskim. Przegl. Geol. 9, 1954.
 3. Długosz W., Czerwińska M., Wzbogacanie kwarcu żyłowego z Rozdroża Izerskiego. Fiz.Chem. Probl. Mineralurgii z. 16, s. 71-78, 1984, Politechnika Wrocławska.
 4. Frommer D.W., Podgotowka niemagnitnych takonitow k flotacji metodom selektivnoi flokulacji VIII Kongres po obog. poleznych iskopajemych, D-9. Leningrad 1968.
 5. Asztkow J.R., Berdiczewskij R.J. i inni, Zakonomiernosti razdielenija żeleznych i nierudnych mineralow metodom obratnoi flotacji i perspektivy jej primenienia w praktike., VIII Kongres po obog., polez. iskopajemych. D-4, Leningrad 1968.
 6. Kind P., Erzeugung von Glassaudqualitäten mit Hilfe der Flotation. Erzmetall. B. 23 Heft 5, 199-205, 1970.
 7. Długosz W., Czerwińska M., Zależność potencjału elektrokinetycznego od stopnia zanieczyszczenia surowca. Fiz.-chem. Probl. Mineralurgii, z. 14, s. 89-96, 1982, Politechnika Wrocławska.
- Pracę wykonano w ramach Problemu Międzyresortowego 1-17. "Badania podstaw procesów wzbogacania kopalin".

ABSTRACT

Długosz W., Czerwińska M., 1986. Selective flotation of quartz. Physicochem. Probl. Miner. Process., 18; 85-92 (polish text).

The conditions of the selective flotation of quartz were determined by the electrokinetic mobility of quartz as a function of hydrochloride dodecylamine and potato starch concentration. By fractional flotation of quartz at $2 \cdot 10^{-5}$ mole/dm³ - $3 \cdot 10^{-5}$ mole/dm³ amine concentration, quartz concentrate was obtained for the production of high quality quartz glass. The final product contains 0.0011 % Fe₂O₃, 0.0001 % TiO₂ and 0.0133 % Al₂O₃.

СОДЕРЖАНИЕ

В.Длугош, М.Червиньска, 1986. Селективная флотация кварца. Физико-химические вопросы обогащения, 18; 85-92.

Из зависимости подвижности электрофоретической кварца от концентраций солянокислого додециламина и крахмала определены условия селек-

тивной флотации кварца. Применяя фракционированную флотацию кварца при концентрации амина $2 \cdot 10^{-5}$ мол/л - $3 \cdot 10^{-5}$ мол/л, получен концентрат кварца пригодный в производстве высококачественного кварцевого стекла. Продукт содержал: 0,0011% Fe_2O_3 , 0,0001% TiO_2 и 0,0133% Al_2O_3 .