

Jerzy ISKRA

Janina KREHUT

FLOTACJA WĘGLIKA KRZEMU PRZY ZASTOSOWANIU ZBIERACZY  
ANIONOWYCH I KATIONOWYCH

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań flotacji węglik krzemu zbieraczami anionowymi i kationowymi. Opierając się na szerokich badaniach fizykochemicznych i flotacyjnych, zaproponowano mechanizm działania tych odczynników w procesie flotacji SiC. Brak flotacji węglik krzemu w obecności odczynników anionowych można przypisać występowaniu ujemnego ładunku na powierzchni SiC w szerokim obszarze pH (2,7-14), co zostało wykazane przez pomiar potencjału elektrokinetycznego. Zaobserwowano, że w obecności zbieracza anionowego następuje wzrost ładunku ujemnego na powierzchni SiC. Może to być spowodowane adsorpcją zbieracza anionowego w wyniku oddziaływania sił molekularnych pomiędzy łańcuchem węglowodorowym zbieracza a atomami węgla w siatce krystalizacyjnej węglik krzemu. Flotację węglik krzemu zbieraczami kationowymi można tłumaczyć przez ich adsorpcję, w wyniku oddziaływania sił elektrostatycznych.

## WSTĘP

Węglik krzemu rzadko występuje w przyrodzie, ale jest produkowany na wielką skalę w sposób sztuczny. Powodem tego są jego bardzo ciekawe własności fizyczne, co spowodowało, że znalazł szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach techniki. Ze względu na jego wysoką twardość i odporność na wysokie temperatury, znalazł zastosowanie jako materiał ścierny oraz do produkcji materiałów ogniotrwałych. W elektronice stosowany jest jako półprzewodnik. Najwięcej zużywa się go jednak do produkcji materiałów ogniotrwałych i materiałów ściernych. Warto przy tym zaznaczyć, że w trakcie eksploatacji tych materiałów węglik krzemu nie ulega całkowitemu zniszczeniu i znaczna jego część pozostaje w odpadach.

Po zastosowaniu odpowiedniego procesu wzbogacania, z odpadów można odzyskać pełnowartościowy węglik krzemu. Znaczna ilość odpadów jest również otrzymywana w procesie produkcji węglik krzemu.

W procesie odzyskiwania węglik krzemu z odpadów, pierwszym etapem jest proces uwalniania ziarn SiC od materiału wiążącego oraz produktów rozpadu głównie SiO<sub>2</sub> [1, 2], na drodze kruszenia i mielenia. Uwolnione ziarna SiC, które należałoby wydzielić, będą bardzo małe, poniżej 0,5 mm, a średnia wielkość ziarna nie przekracza 0,2 mm. Ze względu na tak małe ziarna, proces flotacji wydaje się bardzo obiecujący dla wzbogacania węglik krzemu.

Przeprowadzane były badania odzysku węgla krzemu z materiałów ogniotrwałych na drodze procesów grawitacyjnych, przez zastosowanie separacji fluidyzacyjnej na sucho [3].

Na skutek małej różnicy ciężarów właściwych pomiędzy materiałami, które powinny być rozdzielone  $\text{SiC}$ -3,15;  $\text{SiO}_2$  około  $2,7 \text{ g/cm}^3$ , uzyskano jedynie częściowe wzbogacenie; najgorsze wyniki uzyskano dla ziarn poniżej  $0,2 \text{ mm}$ .

Wykorzystując własności półprzewodnikowe węgla krzemu, podjęto próby wzbogacania na drodze elektrostatycznej separacji [4]. Bardzo dobre wyniki uzyskano przy wzbogacaniu ziarn powyżej  $0,3 \text{ mm}$ . Po kilkustadialnym wzbogacaniu koncentraty zawierały 95%  $\text{SiC}$ . Przy obniżaniu wielkości wzbogaczanych ziarn, jakość koncentratów gwałtownie malała.

Fizykochemiczne własności powierzchni węgla krzemu są raczej nowym problemem badawczym. Foreman [5] prowadził badania flotacji  $\text{SiC}$  przy użyciu kwasów tłuszczowych. Wykazał, że w kwaśnym obszarze pH istnieją różnice w wielkości adsorpcji kwasów tłuszczowych na  $\text{SiC}$  i  $\text{SiO}_2$ , przy czym adsorpcja jest wyższa na  $\text{SiC}$ , niż na  $\text{SiO}_2$ . Jednak nie zostały podane mechanizmy tej adsorpcji.

#### MATERIAŁY I METODY POMIAROWE

Do badań użyto handlowego alfa- $\text{SiC}$ , otrzymywanego metodą Achesona (czarny  $\text{SiC}$ ), poddanego uprzednio procesowi oczyszczania dla usunięcia nieprereagowanego  $\text{Si}$  i  $\text{SiO}_2$  oraz żelaza pochodzącego zarówno z procesu produkcji  $\text{SiC}$ , jak i z procesów mielenia i klasyfikacji. Procentowy skład oczyszczonego  $\text{SiC}$  był następujący:

$\text{SiC}$	wolny C	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2 + \text{Si}$
99,4	0,15	0,05	0,3

Analiza spektralna wskazywała na obecność następujących pierwiastków: krzem jako podstawowy składnik oraz ślasy  $\text{Al}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$  i  $\text{Ag}$ . Ślady boru mogły pochodzić z młynka z wykładziną wykonaną z węgla boru, w której próbka była mielona.

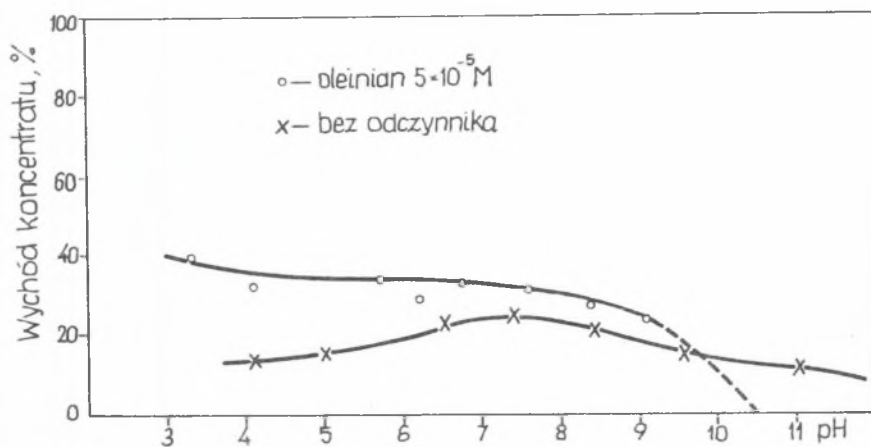
Badania aktywności flotacyjnej były przeprowadzane w mikroflotowniku Hallimonda, przy użyciu materiału o uziarnieniu  $0,075$ - $0,15 \text{ mm}$ . Do badań adsorpcyjnych był używany materiał o tym samym uziarnieniu. Powierzchnia właściwa materiału była wyznaczona metodą B.E.J. i wynosiła  $0,02 \text{ m}^2/\text{g}$ . Adsorpcja oleinianu była wyznaczona metodą zaproponowaną przez Duncombe [6]. Adsorpcję dodecyloaminy zmierzono metodą scyntylicyjną, przy użyciu aminy znaczonej węglem  $\text{C}^{14}$ . Graniczny kąt zwilżania był wyznaczony na dobrze uformowanych kryształach, przy użyciu aparatu firmy KERNCO Instrument Co. Wartość potencjałów elektrokinetycznych zmierzono metodą mikroelektroforetyczną.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Flotacja węgla krzemu odczynnikami anionowymi

Dla wyznaczenia własności flotacyjnych węgla krzemu, przy stosowaniu zbieracza anionowego, wykonano serię flotacji przy użyciu typowego zbieracza anionowego, jakim jest oleinian sodu.

Wyniki tych flotacji, w zależności od pH, przedstawiono na rys. 1. Jak widać z rysunku, węgiel krzemu wykazuje pewne własności flotacyjne w obecności oleinianu sodu; własności te maleją w kierunku od pH kwaśnych do alkalicznych.

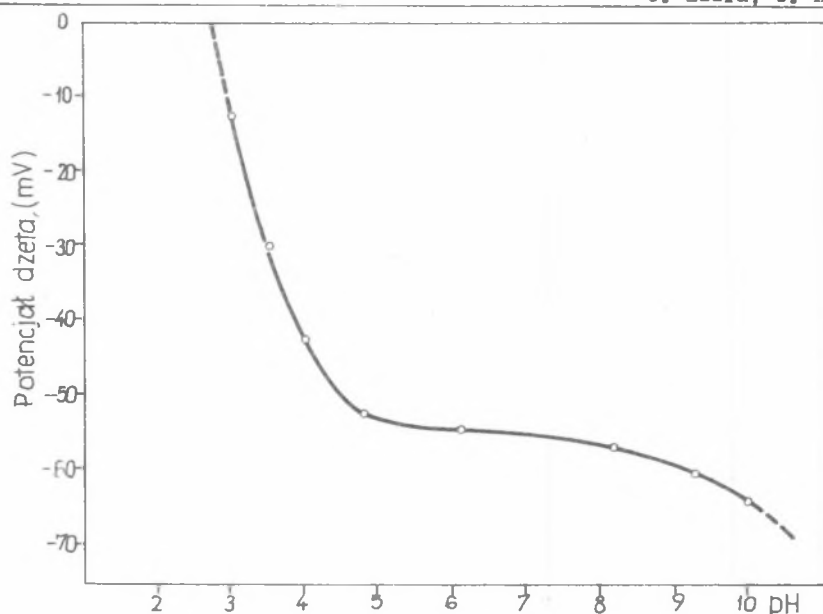


Rys. 1. Flotacja węgla krzemu bez odczynników oraz w obecności oleinianu sodu, w zależności od pH

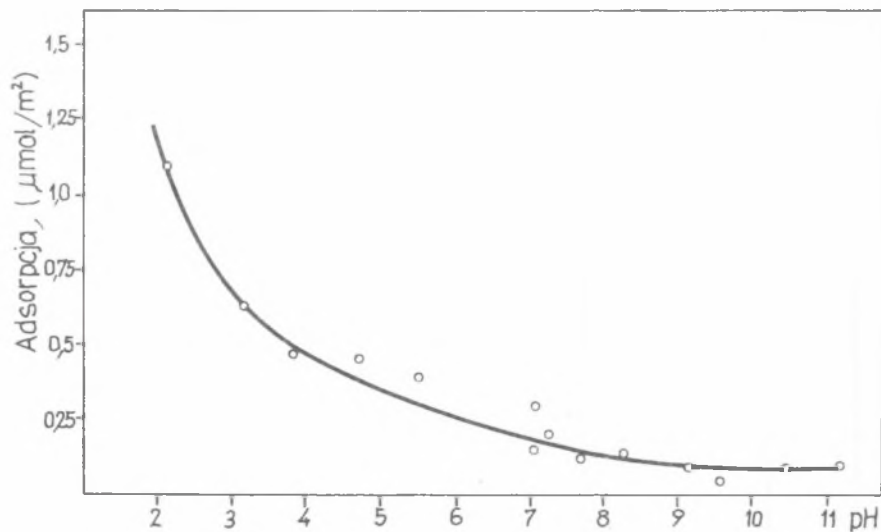
Fig. 1. Flotation of silicon carbide without and with sodium oleate vs. pH

Jeśli porównamy flotację SiC oleinianem sodu z naturalną flotowalnością zaobserwujemy, że oleinian wywołuje niewielki wzrost flotowalności w obszarze kwaśnych pH. W zasadzie, nie należało się spodziewać zbierającego działania oleinianu w tym zakresie pH, gdyż węgiel krzemu wykazuje ujemny ładunek powierzchniowy od pH około 3, co zostało wykazane badaniami potencjału elektrokinetycznego (rys. 2). Dlatego też nie można się spodziewać oddziaływań elektrostatycznych, mogących wywołać adsorpcję oleinianu. Nie można wykluczyć jednak adsorpcji oleinianu na węglu krzemu w obszarze pH, w którym posiada on ujemny ładunek powierzchniowy w obecności aktywującego działania wielowartościowych kationów metali. Ponieważ jest to jednak bardzo obszerne zagadnienie, będzie potraktowane odrębnie.

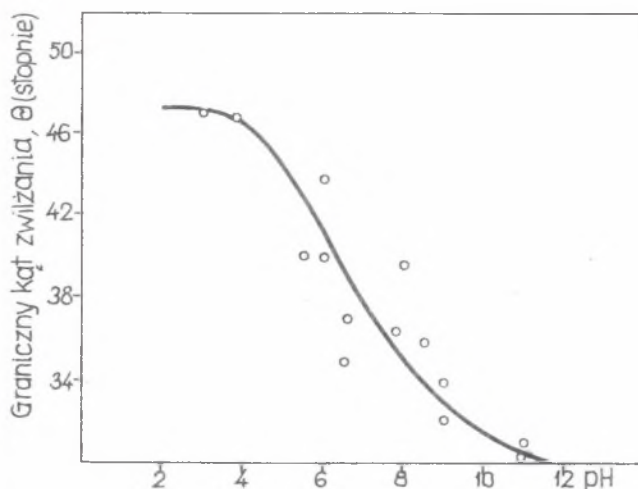
Niewielki wzrost flotacji SiC, zaobserwowany w obecności oleinianu w kwaśnych pH, można by tłumaczyć adsorpcją molekuł wolnego kwasu olejowego w wyniku oddziaływań molekularnych. Adsorpcję taką zaobserwowano, jak widać z rysunku 3. Z rysunku widać wyraźny wzrost adsorpcji oleinianu na



Rys. 2. Wpływ pH na potencjał dzeta węgliku krzemu w zależności od pH  
 Fig. 2. Influence of pH on the zeta potential of silicon carbide



Rys. 3. Adsorpcja oleinianu sodu na węgliku krzemu w zależności od pH.  
 Stężenie roztworu oleinianu  $5 \times 10^{-5}$  M  
 Fig. 3. Adsorption of sodium oleate from a  $5 \times 10^{-5}$  M solution on silicon carbide vs pH



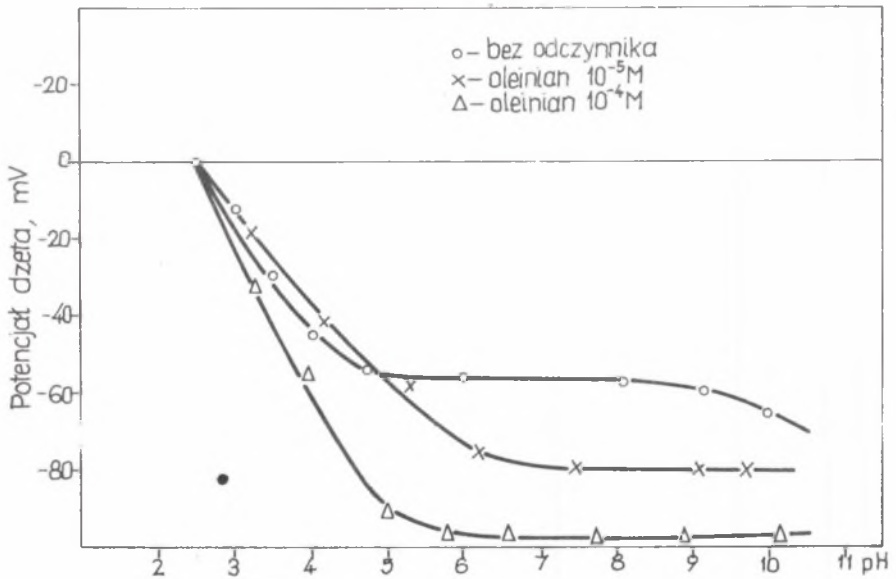
Rys. 4. Wartość granicznego kąta zwilżania teta na węgliku krzemu w obecności oleinianu sodu o stężeniu  $5 \times 10^{-4}$  M, w zależności od pH

Fig. 4. Contact angle measurements on silicon carbide in the presence of  $5 \times 10^{-4}$  M sodium oleate, vs. pH

węgliku krzemu, wraz z obniżeniem się wartości pH. Adsorpcja osiąga najwyższy poziom w pobliżu punktu ładunku zerowego, który dla węgliku krzemu wynosi około pH 2,7. Potwierdzeniem takiego mechanizmu działania oleinianu mogą być wyniki pomiarów granicznego kąta zwilżania teta.

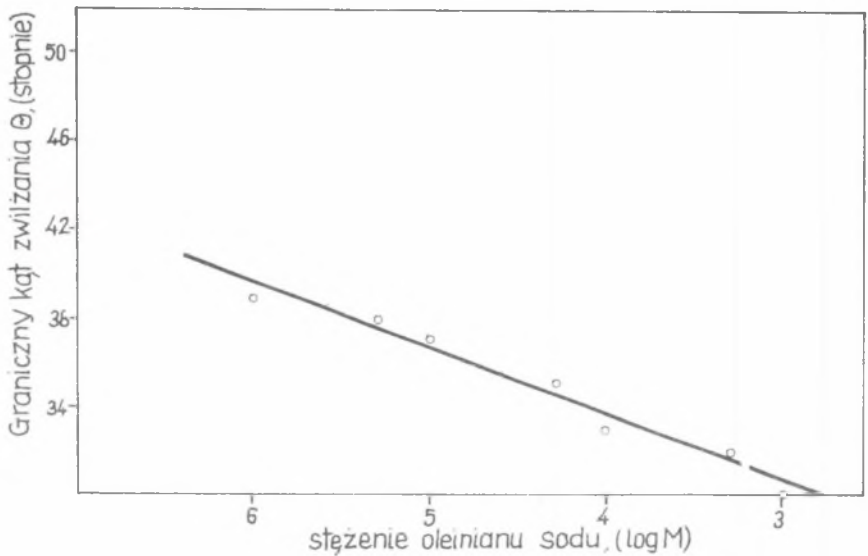
Wyniki pomiarów granicznego kąta zwilżania, w zależności od pH w obecności oleinianu sodu, przedstawiono na rys. 4. Krzywa przedstawiająca tę zależność wskazuje na pewną hydrofobizację powierzchni węgliku krzemu, jako wynik adsorpcji kwasu olejowego w obszarze kwaśnych pH z maksimum w pobliżu (ZPC).

Dla wyjaśnienia wpływu oleinianu przy wyższych wartościach pH, dokonano pomiaru potencjału dzeta dla tego obszaru pH, a wyniki przedstawiono na rys. 5. Z rysunku widać, że niewielka adsorpcja oleinianu w obszarze alkalicznym (rys. 3) powoduje zwiększenie ujemnego ładunku na powierzchni SiC, nie może tu być mowy o adsorpcji w wyniku oddziaływań elektrostatycznych, gdyż w obszarze alkalicznym węglik krzemu jest silnie ujemny. Również wzrost ujemnego ładunku w obecności oleinianu wskazuje na charakter adsorpcji, w której grupa polarna  $-COO^-$  niosąca ładunek, pozostaje wolna. Można by wysunąć przypuszczenie, że adsorpcja oleinianu nastąpiła w wyniku oddziaływań pomiędzy łańcuchem węglowodorowym oleinianu a atomami węgla w siatce krystalograficznej SiC oraz węglem koloidalnym na powierzchni węgliku krzemu nieprzereagowanym w procesie syntezy SiC i rozproszonym w jego kryształach. Taki mechanizm adsorpcji, w której grupy karboksylowe pozostaną aktywne i nie związane chemicznie, może prowadzić do zwiększe-



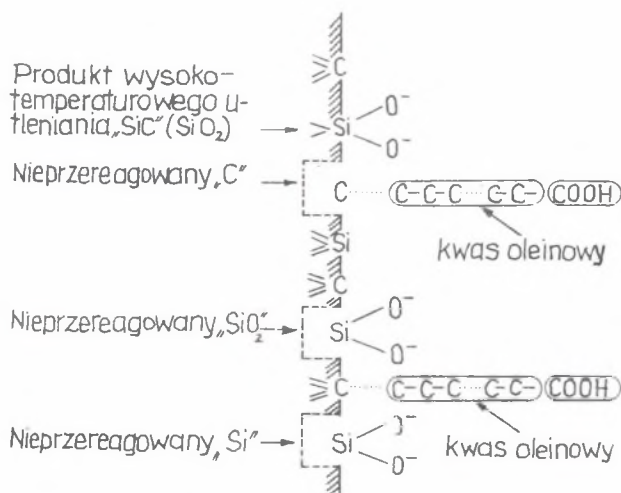
Rys. 5. Wpływ stężenia oleinianu sodu na potencjał dzęta węgliku krzemu w zależności od pH

Fig. 5. Influence of sodium oleate concentration on the zeta potential of silicon carbide, vs. pH



Rys. 6. Wpływ stężenia oleinianu sodu na wartość granicznego kąta zwilżania teta na węgliku krzemu w zależności od pH

Fig. 6. Influence of sodium oleate concentration on the contact angle of silicon carbide at pH 9



Rys. 7. Model adsorpcji kwasu oleinowego na powierzchni węgliku krzemu  
 Fig. 7. Model of the oleic acid adsorption on the silicon carbide surface

nia ładunku ujemnego powierzchni, a tym samym do wzrostu potencjału dzeta. Taka adsorpcja nie prowadzi również do hydrofobizacji powierzchni, ponieważ nie zaobserwowano wzrostu aktywności flotacyjnej węgliku krzemu w obecności oleinianu w wyższych pH. Wzrost ładunku powierzchniowego powinien raczej wywołać odwrotny efekt, czyli hydrofilizację powierzchni. Taki właśnie efekt zaobserwowano przy pomiarze wpływu stężenia oleinianu na wartość granicznego kąta zwilżania przy  $\text{pH} = 9$  (rys. 6).

Z rysunku widać obniżanie się wartości granicznego kąta zwilżania SiC ze wzrostem stężenia oleinianu w roztworze, stosowanym do zwilżania powierzchni SiC. Obniżanie się wartości granicznego kąta zwilżania ze wzrostem stężenia oleinianu, wskazuje na wzrost hydrofilizacji powierzchni. Ponieważ jednak, jak widzimy z rys. 1, przy  $\text{pH} 9$  węgiel krzemu wykazuje nieco wyższą flotowalność w obecności oleinianu niż flotowalność naturalną, nie możemy zapominać, że flotacja jest procesem kinetycznym i jej wyniki nie muszą się całkowicie pokrywać z rezultatami pomiarów granicznego kąta zwilżania, którego pomiar dokonuje się w warunkach równowagowych.

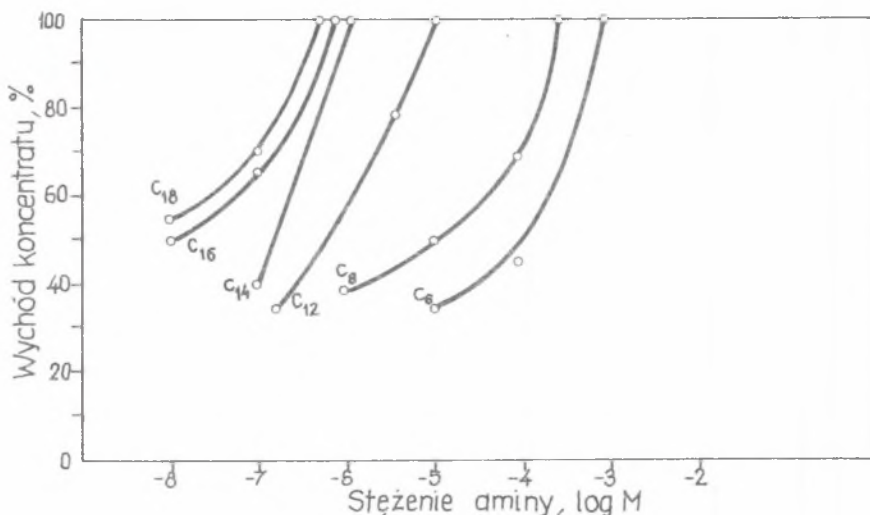
Biorąc pod uwagę proponowany mechanizm działania oleinianu na powierzchnię węgliku krzemu, model takiej powierzchni można by przedstawić następująco - rys. 7. Na powierzchni węgliku krzemu, obok węgla i krzemu w sieci kryształów, można się spodziewać wtrąceń węgla, krzemu i  $\text{SiO}_2$  pochodzących z nieprzereagowanych materiałów z procesu syntezy SiC.

W przypadku węgliku krzemu pochodzącego z przetworzonych materiałów ogniotrwałych, mogą dochodzić wtrącenia  $\text{SiO}_2$  będące produktem wysokotemperaturowego utleniania SiC. Jako najbardziej prawdopodobne centra adsorpcji

oleinianu przyjęto atomy węgla w siatce krystalograficznej oraz wtrącenia węgla nieprzereagowanego. Ładunek ujemny na powierzchni SiC będzie powstawał według podobnych mechanizmów, jak dla kwarcu. Dodatkowy ładunek ujemny wprowadza na powierzchnię oleinian, jeśli przyjmiemy jego adsorpcję zgodnie z proponowanym modelem. Ładunek ten będzie się zmieniał w zależności od stężenia oleinianu oraz pH regulującego dysocjację oleinianu. Potwierdzeniem takiej zmiany ładunku są wyniki pomiaru potencjału dzeta, przedstawione na rys. 5. Wprowadzenie do roztworu oleinianu  $10^{-5}$  M powoduje wzrost potencjału o 20 mV w obszarze pH alkalicznego. Dalszy wzrost stężenia oleinianu do  $10^{-4}$  M prowadzi do wzrostu potencjału dzeta o 20 mV przy ujemnym znaku.

#### FLOTACJA WĘGLIKA KRZEMU ODCZYNNIKAMI KATIONOWYMI

Istnieje pewne podobieństwo przy flotacji węgla krzemu i kwarcu. Dla obydwu minerałów obserwuje się również ujemną wartość potencjału dzeta w szerokim obszarze pH. Stąd przypuszczenie o możliwości flotacji węgla krzemu odczynnikami kationowymi. W tym celu przeprowadzono flotację SiC przy użyciu jako zbieracza amin o różnej długości łańcucha węglowodorowego od  $C_6$  do  $C_{18}$ . Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 8.



Rys. 8. Flotacja węgla krzemu przy zastosowaniu jako zbieracza amin o różnej długości łańcucha węglowodorowego ( $C_6 - C_{18}$ ) i różnym stężeniu

Fig. 8. Flotation of silicon carbide using amines with different chain lengths ( $C_6 - C_{18}$ ) and variable concentrations



Obserwuje się wyraźny wpływ długości łańcucha aminy na wyniki flotacji; im dłuższy łańcuch węglowodorowy aminy, tym niższe jest niezbędne stężenie dla uzyskania pełnej flotacji.

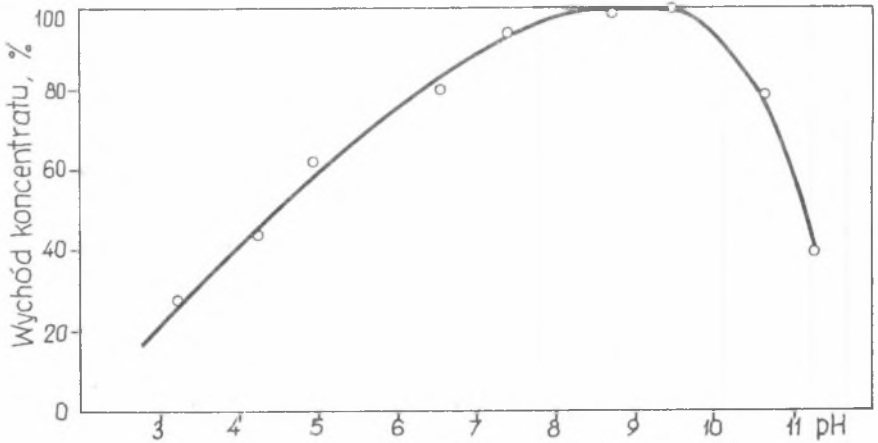
Analizując flotację węgla krzemu przy użyciu amin o różnej długości łańcuchów węglowodorowych można zaobserwować, że przebieg tych zależności ma podobny charakter do krzywych, otrzymanych przez Samasundarana dla kwarcu [7, 8]. Różnica polega jednak na tym, że pełny efekt flotacyjny (wychód 100%) uzyskuje się w przypadku węgla krzemu przy stężeniu poszczególnych amin o około dwóch rzędów niższych niż dla kwarcu.

Na przykład, pełną flotację kwarcu uzyskuje się przy użyciu jako zbieracza aminy z 8-mioma węglami w łańcuchu węglowodorowym, przy stężeniu zbieracza  $10^{-2}$  M. Dla węgla krzemu dla uzyskania pełnej flotacji przy użyciu tej samej aminy, wystarczy już stężenie dwukrotnie niższe, czyli  $10^{-4}$  M. Podobnie dla aminy  $C_{14}$ , pełna flotacja kwarcu występuje przy stężeniu  $10^{-4}$  M, a odpowiednio dla węgla krzemu przy stężeniu  $10^{-6}$  M.

Łatwiejsza flotacja węgla krzemu może wynikać z jego mniejszej aktywności powierzchniowej, w porównaniu z kwarcem. W siatce krystalograficznej węgla krzemu, obok krzemu występuje nieaktywny węgiel. Oprócz tego na powierzchni może się znaleźć pewna ilość nieprzereagowanego koloidalnego węgla w postaci wtrąceń.

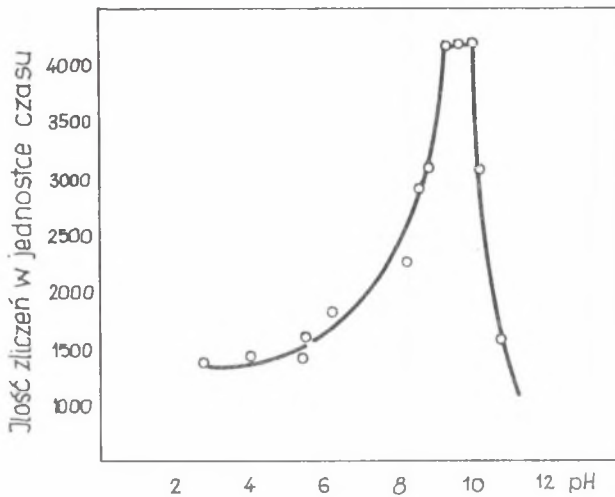
Dla określenia wpływu pH na flotację węgla krzemu aminą, przeprowadzono badania flotacyjne przy użyciu jako zbieracza dodecyloaminy. Badania wykazały (rys. 9), że SiC flotuje w szerokim zakresie pH z maksimum przy pH około 9. Dla określenia mechanizmu flotacji węgla krzemu aminami wykonano szereg dodatkowych badań, jak adsorpcję dodecyloaminy (rys. 10), pomiar granicznego kąta zwilżania SiC z dodecyloaminą (rys. 11) oraz pomiary potencjału dzeta węgla krzemu, przy różnych stężeniach dodecyloaminy i zmiennym pH (rys. 12). Zarówno adsorpcja aminy, jak i graniczny kąt zwilżania, wykazują wyraźne maksimum przy pH około 9, co uzasadniałoby występowanie maksimum flotacyjnego przy tym samym pH. Przy wyższych pH obserwujemy szybki spadek flotacji związany ze spadkiem adsorpcji dodecyloaminy (rys. 10); konsekwencją tego jest również spadek wartości granicznego kąta zwilżania (rys. 11). Zachodzi pytanie, co mogło spowodować to zjawisko? Jako tłumaczenie można by przyjąć, zgodnie z Laskowskim [9], że spadek flotacji węgla krzemu aminą rozpoczyna się przy tych wartościach pH, przy których rozpoczyna się wytrącanie aminy z roztworu i wówczas flotacja nie jest już uzależniona od adsorpcji aminy, a raczej od osadzania się wytrąconego z roztworu zbieracza.

Jak widać z przedstawionych wyników (rys. 12), dodecyloamina powoduje znaczne obniżenie ujemnej wartości potencjału dzeta, a przy stężeniu dodecyloaminy  $5 \times 10^{-4}$  M następuje przeładowanie warstwy podwójnej i zmiana znaku potencjału dzeta na dodatni. Podobny efekt dla kwarcu zaobserwował Gaudin i Fuerstenau [10]. Opierając się na przedstawionych wynikach można by przypuszczać, że mechanizm działania amin przy flotacji węgla



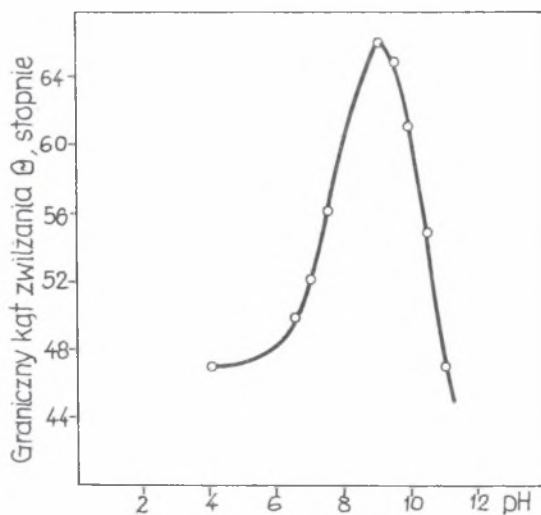
Rys. 9. Flotacja węgliku krzemu dodecyloaminą o stężeniu  $10^{-5}$  M w zależności od pH

Fig. 9. Flotation of silicon carbide with  $10^{-5}$  M dodecylamine vs. pH



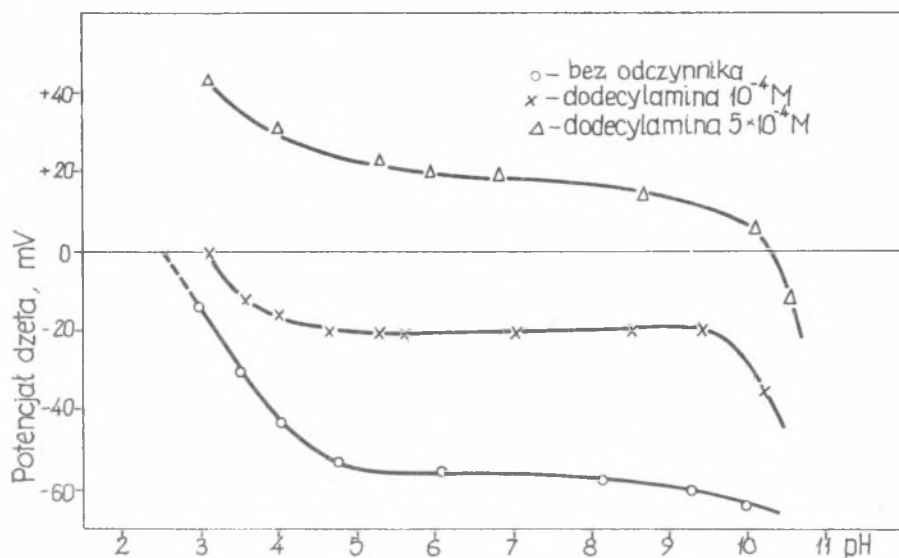
Rys. 10. Adsorpcja dodecyloaminy znaczonej węglem  $C^{14}$  na węgliku krzemu w zależności od pH. Stężenie dodecyloaminy  $10^{-5}$  M

Fig. 10. Adsorption of dodecylamine labelled with  $C^{14}$  on silicon carbide, vs. pH. (Initial concentration of dodecylamine was  $10^{-5}$  M)



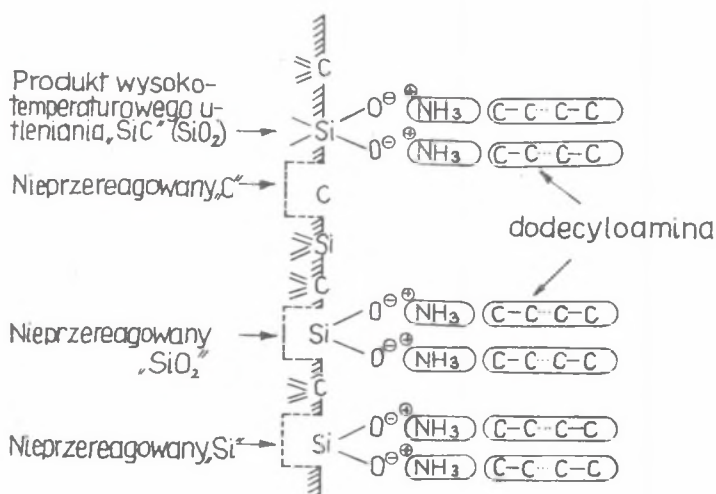
Rys. 11. Wartość granicznego kąta zwilżania w obecności dodecyloaminy o stężeniu  $5 \times 10^{-4}$  M, w zależności od pH

Fig. 11. Contact angle on silicon carbide with  $5 \times 10^{-4}$  M dodecylamine, vs. pH



Rys. 12. Wpływ stężenia dodecyloaminy i pH na wartość potencjału dzeta węgla krzemu

Fig. 12. Influence of dodecylamine concentration and pH on the value of zeta potential of silicon carbide



Rys. 13. Model adsorpcji dodecyloaminy na powierzchni węgliku krzemu  
 Fig. 13. Model of the amine adsorption on the silicon carbide surface

krzemu polega na adsorpcji aminy w wyniku elektrostatycznego oddziaływania z ujemnie naładowaną powierzchnią, podobnie jak to ma miejsce w przypadku kwarcu [8, 10].

Biorąc pod uwagę zaproponowany mechanizm adsorpcji amin na powierzchni węgliku krzemu, można przedstawić model takiej powierzchni (rys. 13), podobnie jak to zrobiono dla adsorpcji oleinianu.

Punktami aktywnymi na powierzchni węgliku krzemu dla adsorpcji cząstek aminy mogą być wszystkie punkty posiadające ładunek ujemny, a więc:

- nie przereagowany SiO<sub>2</sub>,
- nie przereagowany Si, który został utleniony,
- SiO<sub>2</sub> jako produkt wysokotemperaturowego utlenienia SiC.

#### WNIOSKI

Węgiel krzemu nie wykazuje zdolności flotacyjnych przy zastosowaniu jako zbieracza odczynników anionowych. Wynika to z ujemnego ładunku powierzchniowego węgliku krzemu w prawie całym zakresie pH (począwszy od pH 2,7).

Węgiel krzemu flotuje bardzo dobrze przy zastosowaniu jako zbieracza aminy, maksimum flotacji występuje przy pH 8 do 9.

Przy zastosowaniu do flotacji amin o różnej długości łańcucha węglowodorowego, węgiel krzemu zachowuje się podobnie, jak kwarc, ale stężenie zbieracza, konieczne do uzyskania pełnej flotacji, jest o dwa rzędy niższe niż w przypadku kwarcu.

## LITERATURA

- [1] Guy Erwin: Journal of the American Ceramic Society, 41, 9, 347-352, 1958.
- [2] McKee, Chatterji D.: Journal of the American Ceramic Society, 59, 9-10, 441-444, 1976.
- [3] Iskra J., Lupa Z.: Instytut Przeróbki Kopalni Pol. Śl. Gliwice, Sprawozdanie z pracy badawczej 1979 r.
- [4] Iskra J., Lupa Z.: Instytut Przeróbki Kopalni Pol. Śl. Gliwice, Sprawozdanie z pracy badawczej 1980.
- [5] Foreman W.E.: Pennsylvania University, Dissertation Abstracts B27, (3), 776, 1966.
- [6] Duncombe W.G.: Biochemical Journal, 88, 1, 7, 1963.
- [7] Somasundaran P.: University of California, Berkeley, California, Rozprawa doktorska, 1964.
- [8] Somasundaran P., Healy T.W., Fuerstenau D.W.: Journal of Physical Chemistry, 68, 3562, 1964.
- [9] Laskowski J.S., Vurdela R.M., Liu Q.: XVI International Mineral Processing Congress, Stockholm 1988.
- [10] Gaudin A.M., Fuerstenau: Transactions of the Institution of Mining Eng., 202, 958, 1955.

ФЛОТАЦИЯ КАРБИДА КРЕМНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АНИОНОВЫХ  
И КАТИОНОВЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

## Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследования флотации карбида кремния с применением анионных и катионных коллекторов. На основе широких физико-химических и флотационных исследований предлагается механизм действия этих реагентов в процессе флотации.

Отсутствие флотации карбида кремния в присутствии анионных реагентов можно отнести к проявлению отрицательного заряда на поверхности в широком диапазоне pH (2,7 - 14), что показывает измерение электрокинетического потенциала. Наблюдается, что в присутствии анионного коллектора происходит повышение отрицательного заряда на поверхности. Это может вызываться адсорбцией анионного коллектора в результате воздействия молекулярных сил между углеводородной цепью коллектора и атомами углерода в кристаллической решетке карбида кремния. Флотация карбида кремния катионными коллекторами можно объяснить их адсорбцией, в результате воздействия электростатических сил.

FLOTATION OF SILICON CARBIDE BY MEANS OF ANIONIC  
AND CATION COLLECTORS

S u m m a r y

The paper deals with the results of investigations on the flotation of silicon carbide by means of anionic and cationic collectors. On the base of a wide range of physico-chemical and flotation tests, a mechanism explaining the effect of the reagents on the flotation of SiC has been suggested. The deficient flotation of SiC in the presence of anionic reagents may be related to the negative charge occurring at the surface of silicon carbide in a wide region of pH (2,7 to 14), as has been proved by measurements of the electrokinetic potential. It was observed that in the presence of an anionic collector the negative charge increased at the surface of silicon carbide. This may be related to the adsorption of the anionic collector influenced by intermolecular forces between the hydrocarbon chain of the collector and the carbon atoms in the lattice of SiC.

The flotation of silicon carbide by means of cationic collectors may be accounted for by their adsorption affected by electrostatic forces.