

W.I. KLASSEN

Instytut Górniczy

im. A.A. Skoczyńskiego w Moskwie

PROBLEMY TEORII DZIAŁANIA ODCZYNNIKÓW
APOLARNYCH W PROCESIE FLOTACJI

Streszczenie. Na podstawie analizy wyników swoich oryginalnych badań jak również i danych literaturowych, w pracy podano teoretyczne podstawy działania nierozpuszczalnych w wodzie, apolarnych odczynników flotacyjnych. Podkreślając inny - od mechanizmu działania odczynników rozpuszczalnych w wodzie - mechanizm działania związków tego typu, autor zwraca uwagę na czynniki, których rola nie została do końca wyjaśniona tak eksperymentalnie jak i teoretycznie (np. brak teoretycznych prac, które biorąc za podstawę prawdopodobieństwo zderzenia ziarna mineralnego z kroplą emulsji podałaby optymalny stopień zemulgowania odczynników apolarnych).

Autor wyjaśnia wpływ działania związków powierzchniowo-czynnych występujących w technicznych olejach apolarnych lub stosowanych w charakterze emulgatorów, na działanie tych olejów. Tłumaczy stwierdzony ujemny wpływ na flotację zbyt dużych ilości olejów, rolę takich ich parametrów jak np. lepkości czy lotności, jak również ich wpływ na pianotwórczość roztworów flotacyjnych.

Apolarne - trudno rozpuszczalne w wodzie związki, znajdują coraz większe zastosowanie w procesie flotacji. Przy ich pomocy flotuje się nie tylko hydrofobowe z natury minerały, jak węgiel kamienny, grafit, rodzimą siarkę i inne. Odczynniki te, zwłaszcza w ostatnich czasach znalazły szerokie zastosowanie przy flotacji minerałów siarczkowych.

Technologiczny efekt użycia apolarnych odczynników jest prawie we wszystkich przypadkach jednakowy. Praktyka przemysłowa wykazała, że właściwe zastosowanie tych odczynników zwiększa wyniesienie do piany flotowanych minerałów, szczególnie dużych i bardzo drobnych ziarn, polepszając również własności piany. Zbyt duże zużycie odczynników prowadzi do niszczenia piany.

Badania mechanizmu działania apolarnych odczynników przy flotacji znacznie pozostaje w tyle za osiągnięciami praktyki. W literaturze temu zagadnieniu poświęcono stosunkowo mało uwagi. W niektórych nowych monografiach uogólniających zagadnienie teorii flotacji, takich jak np bardzo dobra książka A.M. Gaudina [1], apolarnych zbieraczy nie rozpatruje się ani w rozdziale omawiającym różne typy zbieraczy ani w rozdziale poświęconym mechanizmowi ich działania flotacyjnego. W innych tego typu książkach danym zagadnieniom poświęca się znikomo mało miejsca [2], w każdym razie mniej niż w stosunkowo starej pracy A. Taggarta [3]. Należy stwierdzić, że w monografiach traktujących o flotacji wydanych w ostatnich czasach w Związku Radzieckim [4, 5, 6], działanie apolarnych zbieraczy omawiane jest daleko bardziej szczegółowo.

W literaturze jest dużo sprzecznych poglądów nie tylko co do szczegółów mechanizmu działania odczynników tego typu, ale nawet w odniesieniu do rzeczy zasadniczych - jaką jest ich podstawowa rola, czy są zbieraczami czy związkami pianotwórczymi. Postaramy się pokrótce rozpatrzeć przedstawione zagadnienie w oddzielnych stadiach aktu flotacyjnego.

Kontakt odczynników apolarnych z powierzchnią minerału i przytwierdzenie się do niej

Zbierające działanie apolarnych odczynników poprzedza ich zbliżenie się z mineralnymi cząstkami. Odczynniki te przedstawiają w wodzie emulsję o różnym stopniu zdyspergowania. Mechanizm dyspergowania jak i rola podstawowych parametrów, intensywności mieszania, koncentracji emulsji i działania emulgatorów, jest dostatecznie szczegółowo przedstawiony w specjalistycznej literaturze [7-11]. Jednak te ogólne poglądy są mało rozwinięte w zastosowaniu do warunków flotacji. Nie rozporządza się jeszcze wiadomościami o tym, jaka jest charakterystyka stopnia dyspersji emulsji odczynników apolarnych chociażby w jakimś jednym przypadku flotacji. Tym bardziej nie wiadomo jak na tę charakterystykę wpływają różne parametry.

Tymczasem stopień dyspersji emulsji odczynników odgrywa zasadniczą rolę we wszystkich stadiach aktu flotacyjnego. Od niego zależy prawdopodobieństwo i warunki przyczepiania się odczynnika do minerału, jak i pośredni wpływ odczynnika na mineralizację pęcherzyków (patrz niżej).

Początkowe zbliżenie kropelek emulsji do mineralnych cząstek w mętach zachodzi zgodnie z zasadami hydrodynamiki. Przy tym obowiązują te same zależności jakie stwierdzono na podstawie wielu doświadczeń, dla przypadku zbliżenia stałych cząstek z pęcherzykami gazu [1, 12, 13, 14]. Zgodnie z tymi pracami, prawdopodobieństwo zderzenia kropelek z cząstkami przy stałości pozostałych warunków, powinno być w prostej zależności od wymiarów kropelek. Zbyt drobne kropelki zostają odsunięte od drobin przez obmywające je prądy wody.

Przytoczony jakościowy obraz został potwierdzony dla przypadku zderzenia cząstek mineralnych z pęcherzykami w znanych ilościowych obliczeniach. Gwałtowne pogorszenie możliwości zderzenia odpowiada wymiarom cząstek 2-10 mikronów. Nie są jednak znane ani metody obliczeń, ani eksperymentalne dane charakteryzujące dolną granicę rozmiarów kropelek emulsji, które w mieszających się mętach flotacyjnych mogłyby się kontaktować z cząstkami mineralnymi. Zdawałoby się, że nieduży ciężar właściwy olejów powinien przeszkadzać takiemu kontaktowaniu i kry-

tyczna wielkość kropelek powinna być większa niż cząstek. Posiadane jednak wyniki badań, chociaż bardzo ograniczone, wykazują, że optymalna wielkość kropelek emulsji znajduje się w przedziale 3-5 mikronów.

Tak więc, prace zmierzające do wyjaśnienia specyfiki warunków zbliżenia się kropelek emulsji do minerału, należy prowadzić w kierunku wyjaśnienia optymalnego z tego punktu widzenia stopnia dyspersji emulsji.

Przechodząc do rozpatrywania form przyłączania się apolarnych zbieraczy do powierzchni mineralnych cząstek należy zaznaczyć, że zagadnienie to jest już dostatecznie jasne. We wcześniejszych badaniach stwierdzono, że odczynniki te pokrywają minerał ciągłą błonką. Również w ostatniej książce Gaudina [1] jest mowa o tym, że nierozpuszczalne w wodzie oleje węglowodorowe pokrywają powierzchnię drobin grafitu, węgla i innych podobnych minerałów. Analiza tego zagadnienia oraz bezpośrednie badania [16, 17], potwierdziły tylko te przypuszczenia, które mówiły o przyczepianiu się apolarnych odczynników na powierzchni minerałów w formie kropelek.

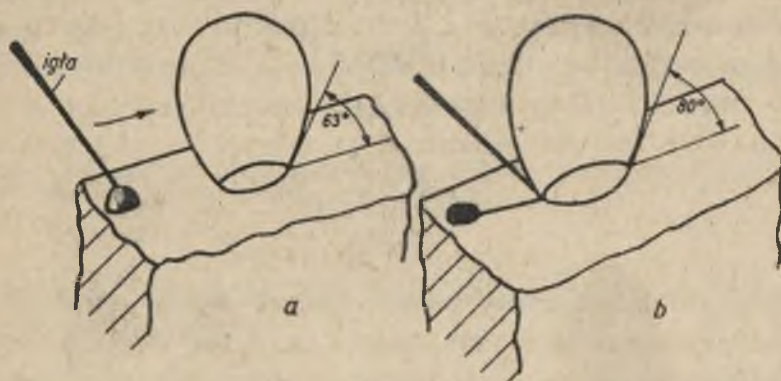
Jakikolwiek byłby hydrofobowy minerał, to jednak zawsze brak jest termodynamicznych warunków dla samorzutnego, nieograniczonego rozpyływania się kropli w błonkę. Istniejąca fizykochemiczna i geometryczna niejednorodność powierzchni, umacnia taką jej formę.

Wiadomo jest, że większe albo mniejsze rozciągnięcie błonki odczynnika apolarnego może zajść w następujących przypadkach; przy przemieszczaniu po powierzchni granicy trzech faz [19], przy zlanii się wielkiej ilości przyległych do siebie kropelek i ostatni przy tworzeniu się ciągłej nitki odczynnika wzdłuż trójfazowego kontaktu.

Ostatni przypadek jest szczegółowo omówiony w całym szeregu prac [4, 5, 15, 17, 18, 19 i in.] i zasługuje na uwagę ze względu na swoją stosunkową nowość.

Utworzenie wzdłuż granicy trzech faz nitki apolarnego odczynnika bardzo dobrze ilościowo obrazuje następujące doświadczenie [20]. Na polerowany szlif minerału siarczkowego (bornitu) obrobionego ksantogenianem, był naniesiony pęcherzyk powie

trza a w odległości 3 mm kropla oleju transformatorowego (rys. 1). W tych warunkach graniczny kąt zwilżania wynosił 63° . Gdy tylko igłą zanurzoną uprzednio w kropli oleju, przeprowadzono na powierzchni minerału linię od kropli do pęcherzyka, natychmiast nastąpiło zwiększenie kąta granicznego do 80° .

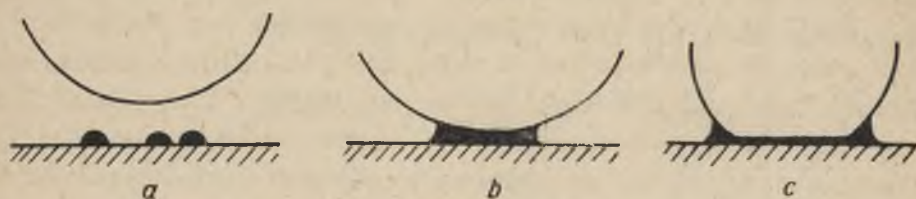


Rys. 1. Schemat doświadczenia przedstawiającego zwiększenie granicznego kąta zwilżania w wyniku utworzenia się obwódki odczynnika apolarnego na granicy trzech faz [20]

a - kropla odczynnika nie stykająca się z pęcherzykiem, b - przesilenie przy pomocy igły niewielkiej ilości odczynnika do granicy trzech faz

To doświadczenie jeszcze raz potwierdziło, że odczynniki apolarne nie rozlewają się w normalnych warunkach po minerale, lecz przy hydrofobizacji jego powierzchni przez ksantogenian tworzą natychmiast na granicy zetknięcia się trzech faz ciągłą nić odczynnika, co prowadzi do szybkiego i gwałtownego zwiększenia skrajnego kąta zwilżania. Należy zaznaczyć, że na takie zwiększenie skrajnego kąta zwilżania w obecności olejów węglowodorowych (w porównaniu ze zmniejszeniem przy ksantogenianie) zwrócił uwagę G.O. Orczиковski, chociaż nie łączył tego z tworzeniem obwódki odczynnika wzdłuż trójfazowego kontaktu. Jak widać, z rozplywaniem się odczynnika wzdłuż granicy zetknięcia się trzech faz, związana jest możliwość tworzenia się pod pęcherzykiem na granicy rozdziału ciała stałe - gaz, błonki tego odczynnika. Przy zbliżeniu się powierzchni pęcherzyka do minerału (rys. 2a), szczególnie między nimi dzięki siłom kapilarnym zachodzi natychmiastowa koalescencja kropelek (rys. 2b) i

przez poszerzenie się powierzchni styku może się na niej utworzyć błonka z nafty.



Rys. 2. Schemat powstawania pod pęcherzykiem błonki odczynnika apolarnego

Śledząc to zagadnienie można stwierdzić, że w technicznych odczynnikach apolarnych znajduje się zawsze znana ilość rozpuszczalnych w wodzie powierzchniowo-czynnych substancji, które z minerałami oddziałują na siebie za pośrednictwem zwykłej zorientowanej adsorpcji. A.B. Taubman i L.P. Janowa pierwsi zwrócili uwagę na to, że niższe człony szeregów homologicznych apolarnych węglowodorów, charakteryzują się dużą rozpuszczalnością w wodzie i lotnością. Dlatego na charakterystykę błonki odczynnika pod pęcherzykiem może mieć wpływ parowanie odczynnika do wnętrza pęcherzyka. Ilościowych obserwacji tego zjawiska nie przeprowadzono.

Ogólnie rzecz biorąc rola substancji powierzchniowo-czynnych we współdziałaniu apolarnych odczynników z minerałami jest bardzo duża. Jest ona związana z takimi znanymi dobrze zjawiskami w chemii koloidów, jak działanie emulgujące i nie ma potrzeby jej szerszego omawiania [7-11]. Tak więc zrozumiałe jest i polepszenie działania odczynników apolarnych w przypadku istnienia na powierzchni minerału, hydrofobowej warstwy adsorpcyjnej. Obserwując to zagadnienie można stwierdzić konieczność zwrócenia większej uwagi na proces wzajemnego oddziaływania polarnych grup odczynników emulgatorów z minerałami. Ma to zwłaszcza miejsce przy flotacji węgla. Szeroko rozwinięte badania tego zagadnienia przy flotacji rud, były prowadzone pod kierunkiem W.A. Glebockiego [23]. Stwierdzono, że

przyczepianie się kropelek emulsji do minerałów zwiększa się w przypadku, jeśli polarne grupy emulgatorów są zaadsorbowane na powierzchni kropelek w wyniku chemisorpcji (przy flotacji rud), albo jeśli są przyłączone do minerałów za pomocą wiązań wodorowych (przy flotacji węgla). Gdy jednak powierzchnia kropelek emulsji jest pokryta w nadmiarze silnie uwodnionymi polarnymi grupami nie współoddziałyującymi z minerałami, w tym przypadku przyczepianie się kropelek jest utrudnione.

Dalsze badania wpływu składu powierzchniowych warstw kropelek odczynników apolarnych na flotację, ma doniosłe znaczenie praktyczne.

Wpływ odczynników apolarnych na przyczepianie się mineralnych cząstek do pęcherzyków

Odczynniki apolarne wpływają na szybkość i trwałość przyczepiania się cząstek do pęcherzyków. Zwiększenie szybkości przyczepiania się związane jest ze znanym we flotacji efektem zmniejszenia stopnia hydratacji powierzchni minerału. Mozaikowe (punktowe, a nie w postaci ciągłej warstewki) przytwierdzenie się odczynnika, zmniejsza jego wpływ na hydratację. Jak wykazali I.N. Płaksin i W.I. Tiurnikowa [24], im bardziej równomiernie rozprzeszczerzone są na powierzchni minerału hydrofobne mikrocząstki, tym aktywniejsze jest dehydratyzujące działanie odczynnika. Dlatego zwiększenie stopnia dyspersji kropelek odczynnika powinno podwyższyć szybkość przytwierdzenia się cząsteczek do pęcherzyka. Możliwe, że kropelki odczynnika aktywują przyczepianie się jak przy "koalescencyjnej" aktywacji procesu [25]. Wydaje się to możliwe szczególnie w związku z ostatnimi pracami M.A. Ejgelesa i M.L. Wołowej mówiącymi o dodatniej roli hydrofobowych agregatów przy łączeniu się mineralnych cząstek z pęcherzykami [26, 27].

Różne badania mechanizmu działania apolarnych odczynników podwyższających siłę przyczepiania ziarn mineralnych do pęcherzyków, przeprowadzone szczególnie w ostatnich latach, można rozpatrywać tylko z uwzględnieniem ilości odczynnika znajdująca-

czego się na minerale. Wyłącznie jakościowe podejście do zjawisk w tym przypadku jest niedopuszczalne.

W wielu pracach wypowiedziano poglądy, że maximum trwałości przyczepiania powinno odpowiadać niezbyt dużej ilości odczynnika polarnego. A. Taggart, pisał, że błonka jest najbardziej efektywna tylko w swojej cienkiej części [3]. Taka grubość charakteryzuje się występowaniem interferencyjnych barw, co odpowiada grubości kilku mikronów.

Bezpośrednie pomiary wykazały [28, 29] istnienie ogólnej zależności, charakteryzującej się krzywą posiadającą maximum (rys. 3). Pomiary te przeprowadzono w statycznych warunkach



Rys. 3. Podstawowy związek między ilością odczynnika apolarnego znajdującego się na powierzchni minerału i siłą przyczepienia się pęcherzyka do tej powierzchni

przy małej prędkości odrywania pęcherzyka od minerału. Jednak wszystko wskazuje na to, że w warunkach dynamicznych bardziej zbliżonych do procesu rzeczywistego, omawiana zależność zostaje zachowana.

Przeciw uogólnieniu tej zależności przemawia pewne technologiczne zastrzeżenie. W przypadku flotacji z natury hydrofobowych minerałów o niedużym ciężarze właściwym, wychód koncen-

tratu nie zmniejsza się również przy znacznym zwiększeniu zużycia odczynników apolarnych. Z tego względu, bardziej prawdopodobny wydaje się być przebieg tej zależności według krzywej oznaczonej na rysunku 3 linią przerywaną.

Zagadnienie to bardzo szczegółowo opracował dla flotacji węgiela kamiennego D.S. Jemielianow [30]. Autor wykazał, że różniczości między rezultatami pomiarów prowadzonych w warunkach przyczepiania jednego pęcherzyka do stosunkowo dużej powierzchni minerału a eksperymentami flotacyjnymi, mogły nastąpić na skutek tego, że w ostatnim przypadku dużą rolę w procesie odgrywają aeroflokuły. Istotnie "aeroflokulacyjna" flotacja zwłaszcza minerałów z natury hydrofobowych jest bardzo efektywna. Warunki znajdowania się drobnych pęcherzyków w aeroflokule są takie, że siły odrywające od aeroflokul cząstki są w zasadzie znacznie mniejsze, niż w przypadku flotacji jednym pęcherzykiem jednej lub niewielkiej liczby cząstek mineralnych. Dodatkowo działanie połączenia się mineralnych cząstek zwiększające się z rozchodem odczynnika apolarnego, w tych warunkach przewyższa pewne obniżenie siły przytwierdzenia, w wyniku czego efektywność flotacji nie pogarsza się.

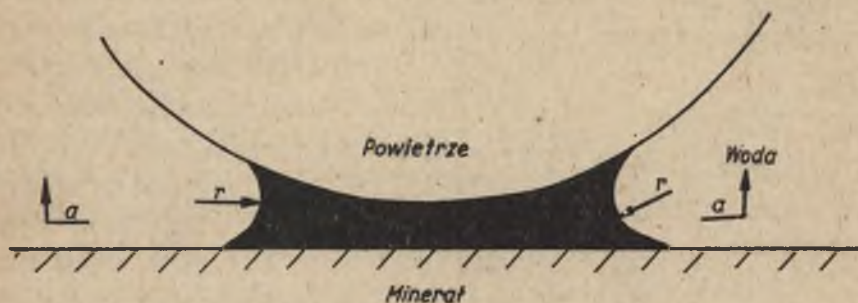
Należy stwierdzić, że jednym z najbardziej słabych punktów współczesnej teorii flotacji jest brak poważnych badań, reguł, według których tworzą się aeroflokuły, prawideł ich budowy i sił łączących fazy w aeroflokulach. Jak zaznaczono, flotacja w wyniku istnienia aeroflokul jest łatwiejsza. Została ona poddana specjalnym badaniom [4]. Szczególnie ważną powinna się tu okazać rola apolarnych odczynników.

W literaturze wymienia się następujące przyczyny, które powodują, że przy nadmiarze odczynnika apolarnego obniża się siła przyłączania pęcherzyka do ziarna mineralnego:

- 1) wzrasta promień krzywizny menisku r (rys. 4), co prowadzi do zmniejszenia ciśnienia i obniża uwarunkowaną tym ciśnieniem dopełniającą siłę przyczepności [20],
- 2) ułatwia rozerwanie błonki oleju wzdłuż osi $a - a$ rys. 4 i równocześnie pokonanie sił kohezji okazuje się znacznie łatwiejsze niż sił adhezji,

3) zmniejsza się kohezja między cząsteczkami odczynnika co ułatwia rozerwanie warstewki odczynnika.

Trudno wskazać, który z tych czynników jest podstawowy, gdyż wszystkie one działają w jednym kierunku.



Rys. 4. Nadmiar odczynnika apolarnego pod pęcherzykiem

Wyniki badań wskazują na to, że dodawanie odczynników apolarnych w postaci emulsji może polepszyć flotację najdrobniejszych cząstek (poniżej 5 mikronów). Prace prowadzone w tym kierunku znajdują się w początkowym stadium i zasługują na dalsze rozwijanie.

Doniosłe znaczenie posiada związek pomiędzy składem chemicznym i budową apolarnych odczynników, a ich własnościami flotacyjnymi. W większości badań przemilcza się to zagadnienie, podczas gdy zasługuje ono na baczniejszą uwagę. Istnieje szereg pewnych eksperymentalnych danych wskazujących, że lepsze rezultaty flotacji otrzymuje się przez zastosowanie węglowodorów o określonym składzie chemicznym [5, 16, 22 i in.]. Powodem tego mogą być przynajmniej dwie niewykluczające się przyczyny. Po pierwsze, od składu chemicznego odczynnika zależą jego własności adsorpcyjne, a po drugie jego lepkość.

Zdolność adsorpcyjna apolarnych drobin jak wiadomo z chemii fizycznej jest wyznaczona głównie siłami van der Waalsa. Znaczną rolę odgrywają takie właściwości strukturalne jak obecność nienasyconych podwójnych wiązań i wielkość momentu dipolowego drobin, chociaż ich rola w tym przypadku jest ilościowo nieporównywalnie mniejsza niż w przypadku adsorpcji dro-

bin polarnych. Lepkość apolarnych odczynników powinna mieć duży wpływ na ich działanie w procesie flotacji. Ta własność odczynnika wpływa na stopień dyspersji emulsji, na kinetykę rozpyływania się odczynnika po powierzchni i siłę z jaką się do niej przytwierdza, a także na wielkość kohezji określającą opór warstewki przy rozrywaniu. Ogólne rozważania doprowadzają do wniosku, że lepkość odczynników apolarnych ma duże znaczenie w procesie flotacji [35, 5]. Jest bardzo mało bezpośrednich danych eksperymentalnych odnośnie tego zagadnienia. Jednak uwzględnianie tego czynnika jest konieczne.

We wszystkich badaniach wpływu składu chemicznego odczynników apolarnych należy mieć na uwadze, możliwość sztucznego regulowania ustalania jego składu przez łączenie różnych substancji, a w tej liczbie i powierzchniowo-czynnych.

Osobne zagadnienie stanowi działanie apolarnych odczynników na procesy zachodzące w warstwie piany. W wielu przypadkach odczynniki te zmniejszają stabilność piany. Można to wyjaśnić dwoma działającymi równocześnie przyczynami:

- a) wypieraniem heteropolarnych drobin odczynnika pianotwórczego z warstwy powierzchniowej co zmniejsza stabilność warstwy hydratacyjnej [8, 4],
- b) zmniejszeniem ciśnienia w warstwie oleju między pęcherzykami w wyniku wklęsłego kształtu menisku na obwodzie warstwy [20].

Do tego, odczynniki apolarne wpływają na utrzymywanie się cząstek w pianie, tak więc i na proces wtórnego wzbogacania. Powyższe zagadnienie nie jest jeszcze dostatecznie zbadane, chociaż dodatkowe wzbogacanie minerału w warstwie piany ma istotne znaczenie szczególnie przy flotacji mułów.

x x

x

Z krótkiego omówienia zebranych danych o mechanizmie działania odczynników apolarnych w procesie flotacji, wynikają

szczególne ważne zagadnienia dla teorii i praktyki, wymagające dalszych badań:

- 1) ustalenie optymalnego stopnia dyspersji emulsji, przyczyn i prawidłowości przyczepiania się kropelek emulsji do cząstek mineralnych,
- 2) wyjaśnienie roli składu odczynników apolarnych (na powierzchni i wewnątrz kropelek emulsji) oraz regulowanie tych parametrów przy pomocy substancji powierzchniowo-czynnych,
- 3) opracowanie podstaw "teorii aeroflokuł" z uwzględnieniem przy tym wpływu odczynników apolarnych,
- 4) opracowanie lepszych parametrów flotacji najdrobniejszych ziarn w obecności emulsji apolarnych odczynników,
- 5) dalsze badania wpływu odczynników na procesy zachodzące w pianach flotacyjnych.

Z rosyjskiego tłumaczył
mgr inż. Jerzy Iskra

LITERATURA

- [1] Gaudin A.M.: Flotation, Second Edition, New York, 1957.
- [2] Sutherland K.Z., Wark I.W.: Principles of Flotation, Melbourne, 1955.
- [3] Taggart A.: Handbook of ore Dressing, New York, 1927.
- [4] Klassen W.I., Mokrousov W.A.: Wwiedienije tieoriju flotacii, Izdanije II, Gosgortiechizdat, 1959.
- [5] Klassen W.I.: Flotacija uglej, Gosgortiechizdat, 1963.
- [6] Mitrofanow S.I.: Sielektiwnaja flotacija, Gosgortiechizdat, 1958.

- [7] Clayton W.: Emulsji ich teorija i primienienie, Izdat innostrannoju litieratury, 1950.
- [8] Rebinder P.A.: Problemy emulsji i pien w puszcziewoj promysliennosti, Sb. "Kolkoidy w puszcziewoj promyslenosti", Puszcziepromizdat, 1949.
- [9] Rebinder P.A.: K teoriji emulsji, Kolkoidnyj Żurnał, 1946 t.VIII, No 3.
- [10] Krempiew Ł.J., Rawdiel A.A.: O miechanizmie emulgirowanija, Kolkoidnyj Żurnał, 1954, t.XVI, No 1.
- [11] Schwartz A., Perry I., Berch I.: Surface active Agents and Detergents New York, 1958.
- [12] Bogdanow O.S., Kiziewaltier B.W.: Niekotoryje itogi izuczenija fiziki flotacjonnowo prociessa, Sb. "Teoreticzeskaja isledowanija flotacjonnowo prociessa", Mietalłurgizdat, 1955.
- [13] Dieriagin B.W., Duchin S.S.: Teorija dwiženija mineralnych czastic wblizi wspiływajuszczewo puzyrka w primienienii k flotaczi, Izw.AA.SSSR, OTN, "Mietalłurgija i topliwo", 1959, No 1.
- [14] Sutherland R.Z.; Phys.Chem., 1948, 52.
- [15] Klassen W.I., Płaksin I.N.: O miechanizmie diejstwija niekotorych rieagentow i aeraczi pulpy pro flotaczi kamiennyh uglej, Izw.AN.SSSR, OTN, 1954, No 3.
- [16] Krochin S.I., Czeremuchina R.I.: O miechanizmie diejstwija rieagentow pri flotaczi. Izv.WUZ, "Cwietnaja mietalłurgija", 1959, No 1
- [17] Klassen W.I., Krochine S.I.: Concentration des collecteurs au primetre du contact des bulles et activation de l'hematite pour la flottation par silicate de soude, 6-me Congress International de la preparation des mineraux, Paris, 1963.
- [18] Mielik-Gajkazjan W.I., Bajczenko A.A., Rabotkin W.L., Gorbun A.N.: Isledowanije miechanizma diejstwija niepoliar-

- ných reagentow pri flotacji uglia, Doklady AN SSSR, 1959, t. 126 No 2.
- [19] Klassen W.I.: O moliekuliarnom miechanizmie diejstwija rieagentow-sobiratieli pri zakrieplienii zieren na puzyrkach, Cwietnyje Mietalky, 1957, No 7.
- [20] Lifszic A.H., Kuzkin A.S.: O diejstwii ugliewodorodnych masiel pri flotacji. Cwietnyje Mietalky, 1963, No 5.
- [21] Erczikowskij G.O., Obrazowanije flotacjonnoj pieny, Gos. Naucznotechnicz. Izd., 1939.
- [22] Taubman A.B., Janowa L.P.: O niekotorych osobiennostiach miechanizma diejstwija niepoliarnych flotorieagentow pri flotacji kamiennych ugliej, Kollloidnyj Žurnal, 1962, t. XXIV, No 1.
- [23] Bajszulakow A.A., Glembocki W.A., Sokołow M.A.: Emulgowanije rieagentow w prisudstwie stabilizatorow, Wiestnik Akademii Nauk Kazachskoj SSSR, 1962, No 11.
- [24] Płaksin I.N., Tiurnikowa W.I.: O nierawnomiernom raspredielienii rieagenta pri flotacji sulfidow, Do. AAKademii Nauk SSSR 1958, t. 120, No 1.
- [25] Klassen W.I.: Woprosy tieorii aeracji i flotacji, Goschimizdat, 1949.
- [26] Ejgeles M.A., Wołowa M.L., Bouwienkowa W.S., Umnowa E.G. K woprosu roli kolloidow wo flotacjinnom processie, Cwietnyje Mietalky, 1963, No 6.
- [27] Ejgeles M.A.: O miechanizmie flotacjonnowo prilipanija, Cwietnyj Mietalky, 1963, No 3.
- [28] Klassen W.I., Krochin S.I., Tichonow S.A.: Wlijanije okazmlienija apolarnym reagentom płoszczadi kontakta puzyrka s czasticiej minieralka na procznost ich slipanija pri flotacji, Cwietnyje Mietalky, 1962, No 4.
- [29] Ofengenden M.E.: O wlianii niekotorych reagentow-reguljatorow na prociess kamiennoulolnoj mielocz, Sb. Flotacija ugliej", Uglietiechizdat, 1954.

- [30] Jemielianow D.S.: Osnovy flotacji kamiennych uглиej. Izd. Charkowskovo Uniwersitietu, 1958.
- [31] Cuthbertson R.E.: Mining Technology, 1944, No 1.

ПРОБЛЕМЫ ДЕЙСТВИЯ АПОЛЯРНЫХ РЕАГЕНТОВ ПРИ ФЛОТАЦИИ

Резюме

На основании анализа своих оригинальных исследований как и данных по литературе в статье сообщено теоретические основания действия нерастворимых в воде аполарных флотационных реагентов. Принимая во внимание иной-от механизма действия реагентов растворимых в воде - механизм действия соединений этого типа, автор обращает внимание на факторы, какиx роль еще совсем не объяснена так экспериментально как и теоретически (н.п. брак теоретических работ, которые принимая в основу вероятность столкновения минерального зерна с каплей эмульсии могли бы подать оптимальную степень эмульсирования аполарных масел). Автор выясняет влияние соединений поверхностно-активных, какиe выступают в технических аполарных маслах или имеют применение в качестве эмульгаторов на действие этих масел. Объясняет константированное вредное влияние на флотацию слишком большого количества масел, роль таких их параметров как н.п. вязкость или летучесть, а также их влияние на образование пенн.

THEORETICAL PROBLEMS OF APOLAR REAGENTS IN FLOTATION PROCESS

S u m m a r y

On the basis of his own original tests results analysis, and literature, datas, the theoretical basis of insoluble in water apolar flotation reagent acting were given. Stressing the ether acting order of soluble in water reagents, auther has pointed at factors which importance have not been satisfactory explained neither experimently nor theoretical (for example, there is lack of theoretical works which would give the optimum emulsified ratio of apolar reagents taking like a basis a probability of collision a mineral grain with a drop of emulsion). Auther has explained the action of surface active compounds occurenceing in technological apolar oil or using like emulsifying agents, on action of this oils. He has explained a bad influence on flotation process too much. quantity of oils, the importance such parameters like viscosity, volatility and also their influence on frath-making properties of flotation mixtures.