ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1964

Seria: GÓRNICTWO z. 11 Nr kol. 121

JERZY ISKRA, JANUSZ LASKOWSKI
Katedra Przeróbki Mechanicznej
Kopalin

WPŁYW SOLI NIEORGANICZNYCH NA PIANOTWÓRCZOŚĆ ZWIĄZKÓW POWIERZCHNIOWO-CZYNNYCH
I. BADANIA PIANOTWÓRCZYCH WŁASNOŚCI TERPINEOLU

Streszczenie. Badano pianotwórcze własności i napięcia powierzchniowe roztworów terpineolu przy różnych stężeniach soli (KCl, KNO_3, Na_2SO_4) w roztworach.

Wykazano, że stężenie soli ma olbrzymi wpływ tak na zmianę napięcia powierzchniowego jak i na pianotwórcze własności roztworów terpineolu.

1. Wstęp

Prowadzone w ostatnich latach badania wyjaśniły, jak się wydaje, dostatecznie dobrze mechanizm procesu solnej flotacji [1, 2] jak również wykazały możliwość zastosowania go w skali przemysłowej dla wzbogacania niektórych kopalin [3, 4]. Fakty eksperymentalne wskazują jednak, że dla wielu przypadków korzystniejsza może być flotacja mieszana, tzn. przy flotacji prowadzonej w roztworach soli nieorganicznych równoczesne zastosowanie typowych flotacyjnych odczynników organicznych. Procesem takim jest flotacja np. rozpuszczalnych w wodzie soli kłodawskich, gdzie flotację prowadzi się w nasyconym roztworze soli z równoczesnym zastosowaniem odczynników organicznych. Zupełnie podobnie przedstawiałaby się flotacja prowadzona w

przemysłowych wodach zasolonych. Jak to już wykazano proces taki jest możliwy [5, 6].

Wszystkie teoretyczne aspekty tego zagadnienia nie są do dnia dzisiejszego wyjaśnione, niejasny jest również mechanizm działania organicznych związków pianotwórczych w roztworach soli. Celem niniejszej pracy było przebadanie zachowania się szeregu typowych związków powierzchniowo-czynnych w roztworach elektrolitów.

Dane literaturowe

Większość prac poświęconych zagadnieniom działania związków pianotwórczych łączy pianotwórczość z obniżeniem napięcia powierzchniowego. Napięcie powierzchniowe z kolei jednoznacznie określa równanie Gibbsa dla roztworów o danych stężeniach c.

Najbardziej znane są badania Bartscha [7], w których wyjaśniono, że zwiększenie stężenia związku powierzchniowo-czynnego do pewnych wartości, zwiększa do maksimum pianotwórczość roztworu. Dalszy wzrost stężenia związku powierzchniowo-czynnego nie wywołujący już wyraźnych zmian napięcia powierzchniowego powoduje obniżenie pianotwórczości. Wielu autorów (Talmud) [8, 9] uważa, że wynika to z tego, że lepsza hydratacja polarnych grup następuje w przypadku, jeśli między nimi jest odpowiednia nie najmniejsza odległość. Przy nadmiernym zbliżeniu do siebie drobin związku powierzchniowo-czynnego w warstwie adsorpcyjnej, maleje hydratacja tych drobin, maleje ich ruchliwość i wynikiem tego jest zmniejszenie elastyczności takiej błonki cieczy. Taubman [10] uważa, że maksymalne pienienie występuje przy powstaniu określonych stechiometrycznie hydratów związków powierzchniowo-czynnych.

Jak wykazali Rebinder i Wenstrem trwałość piany przy nadmiernym stężeniu substancji pianotwórczej zmniejsza się tylko dla substancji tworzących w wodzie roztwory molekularne.

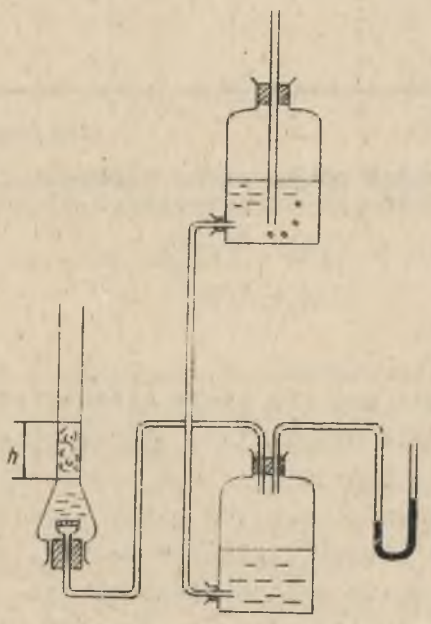
Specyficzny wpływ na pianotwórczość wodnych roztworów wykazują elektrolity. Ich jony nie adsorbują się w warstwie powierzchniowej [11] wiążąc w objętości znaczne ilości wody. Działanie takie prowadzi do zorientowania drobin wody w warstwie

powierzchniowej i jak to wykazał Rebinder w takich przypadkach za związek powierzchniowo-czynny należy uważać właśnie wodę. Podwyższenie napięcia powierzchniowego, które towarzyszy zwiększeniu stężenia soli w roztworze jest stosunkowo nieduże, prowadzi jednak do wzrostu stabilności piany.

W literaturze spotyka się bardzo mało zgodnych pomiędzy sobą poglądów na wpływ soli na działanie związków pianotwórczych w wodnych roztworach. Co prawda Kłassen i Mokrousow [9 str. 493] piszą, że istnieje dużo danych mówiących o wpływie elektrolitów na stabilność piany tak w obecności substancji pianotwórczych jak i bez nich. Jednak sami stwierdzają dalej, że brak jest w tej dziedzinie jednoznacznych teoretycznych uogólnień.

3. Badania

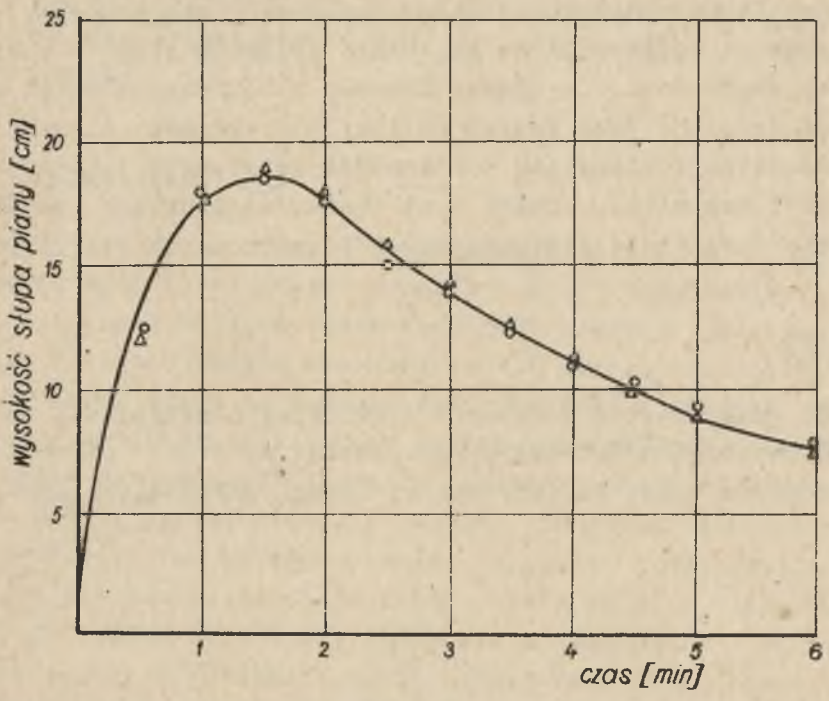
Zdolności pianotwórcze roztworów flotacyjnych mierzy się najczęściej bezpośrednio, obserwując grubość warstwy piany po przepuszczeniu przez roztwór znanej ilości zdyspergowanego po-



Rys. 1. Aparatura pomiarowa
h – wysokość słupa piany

wietrza. Schemat urządzenia, na którym prowadzono badania pokazano na rys. 1.

Badania w całej serii doświadczeń prowadzono w ten sposób, że przez zawsze tę samą ilość roztworu o znanym stężeniu terpineolu lub różnych soli, przepuszczano ze stałą we wszystkich



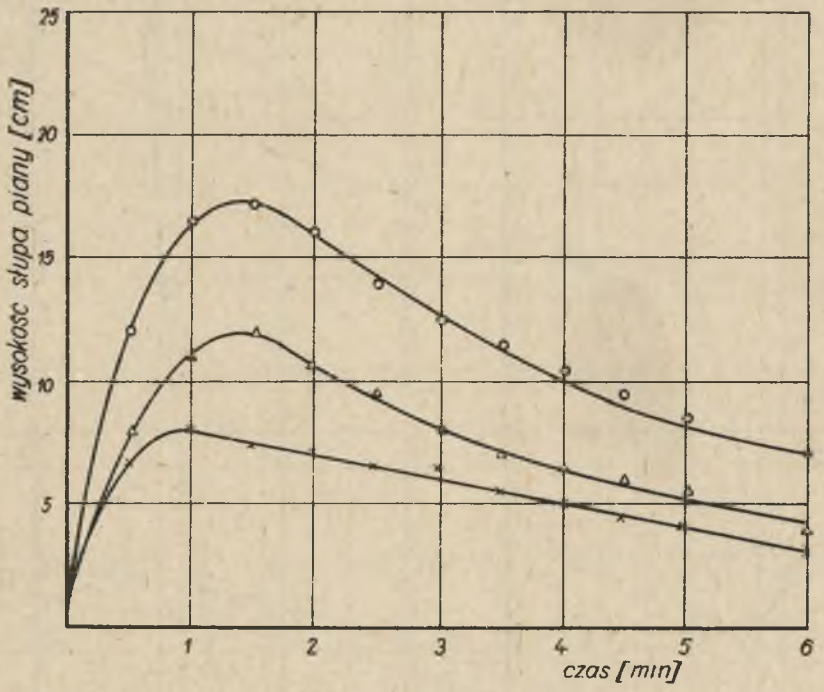
Rys. 2. Zmiany wysokości słupa piany w czasie dla terpineolu o stężeniu 0,175 g/l w roztworze 0,01 n soli:

o - Na_2SO_4

Δ - KCl

pomiarach prędkością i pod tym samym ciśnieniem znaną ilość powietrza. Równocześnie uruchamiano stoper obserwując w czasie grubość warstwy piany powstającej nad powierzchnią badanego roztworu. Zmianę wysokości warstwy piany w czasie przykładowo dla 0,01 n i Ø Ø 1 n stężeń roztworów Na_2SO_4, KCl i KNO_3 przy stężeniu terpineolu 0,175 g/l pokazano na rys. 2 i 3.
Wszystkie roztwory przygotowywano na świeżej, jednokrotnie destylowanej wodzie.

Na następnych rysunkach pod wartością h będącą grubością warstwy piany, przedstawiano h maksymalne reprezentujące pewien stan równowagi dynamicznej. Jak widać z rysunku 2 i 3, do równowagi takiej w badanych roztworach dochodzi się po około 1-2 min.



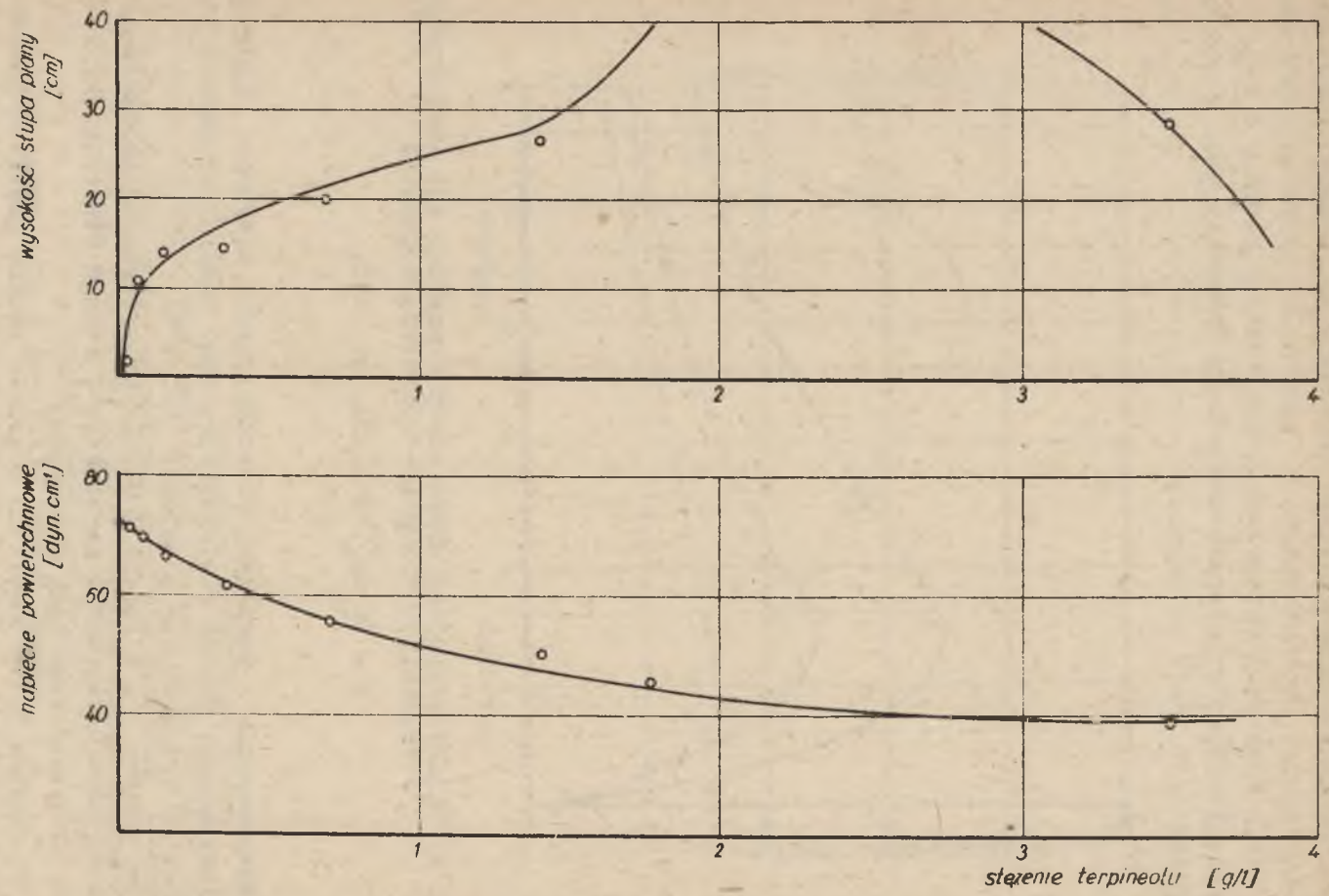
Rys. 3. Zmiany wysokości słupa piany w czasie, dla terpineolu o stężeniu 0,175 g/l w roztworze 1 n soli:

o - Na_2SO_4, Δ - KCl, ✳ - KNO_3

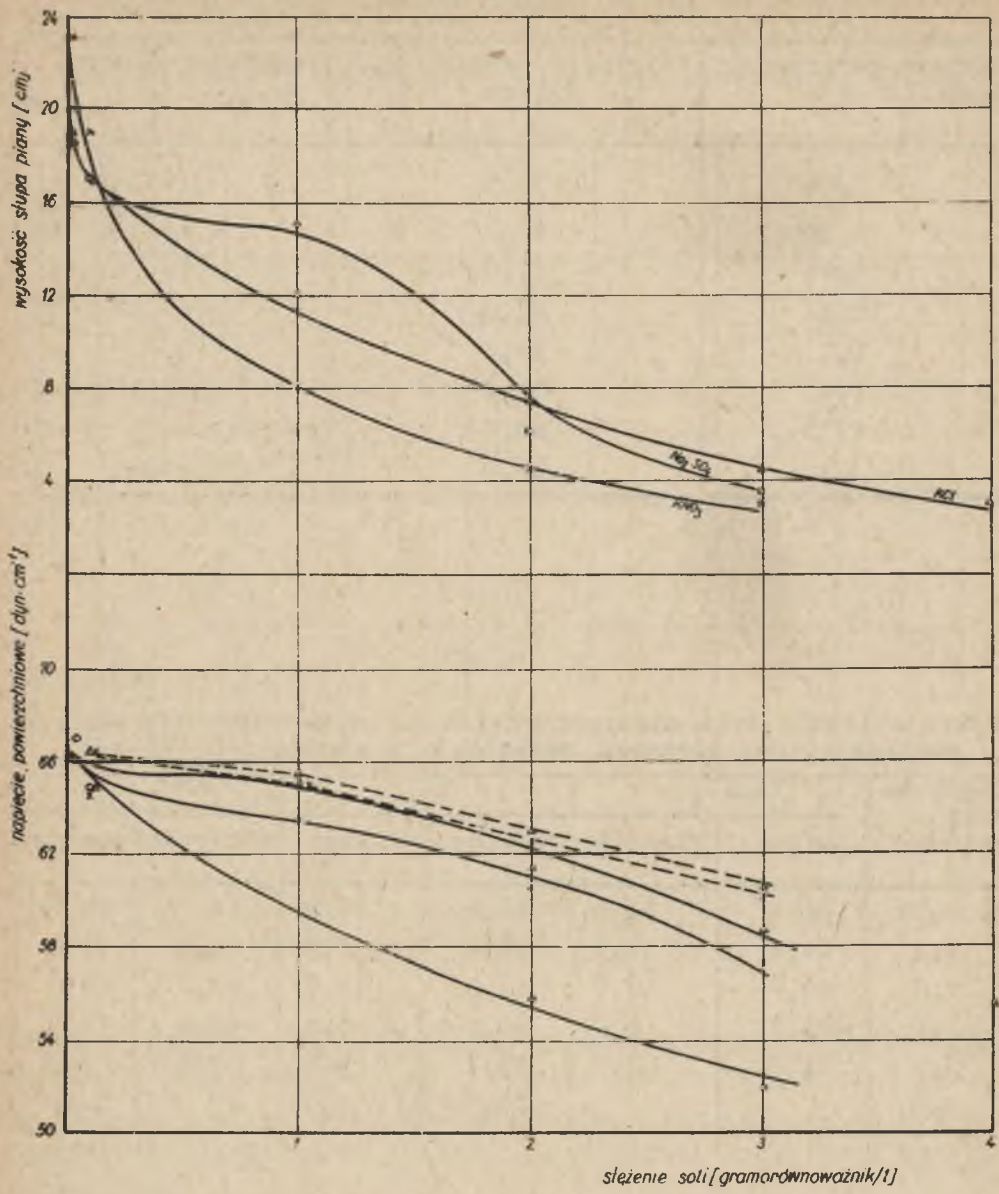
Równocześnie z pomiarami pianotwórczości mierzono napięcie powierzchniowe metodą stalagmometryczną. Wszystkie pomiary prowadzono w temperaturze pokojowej 18± 1°C.

Na rysunku 4 i w tabeli I przedstawiono zmianę napięcia powierzchniowego roztworów terpineolu o różnym stężeniu, jak również pianotwórczość tych roztworów.

Na rysunku 5 i w tabeli II pokazano zmianę napięcia powierzchniowego jak również zmianę własności pianotwórczych roztworu terpineolu o stężeniu 0,175 g/l przy różnych stężeniach soli nieorganicznych (Na_2SO_4, KCl, KNO_3).



Rys. 4. Zmiana napięcia powierzchniowego i pianotwórczości wodnych roztworów terpineolu



Rys. 5. Zależność napięcia powierzchniowego i własności pianotwórczych roztworu terpineolu, o stężeniu 0,175 g/l, od stężenia różnych soli nieorganicznych

$Na\ SO_4$, KCl, KNO_3

Tabela I

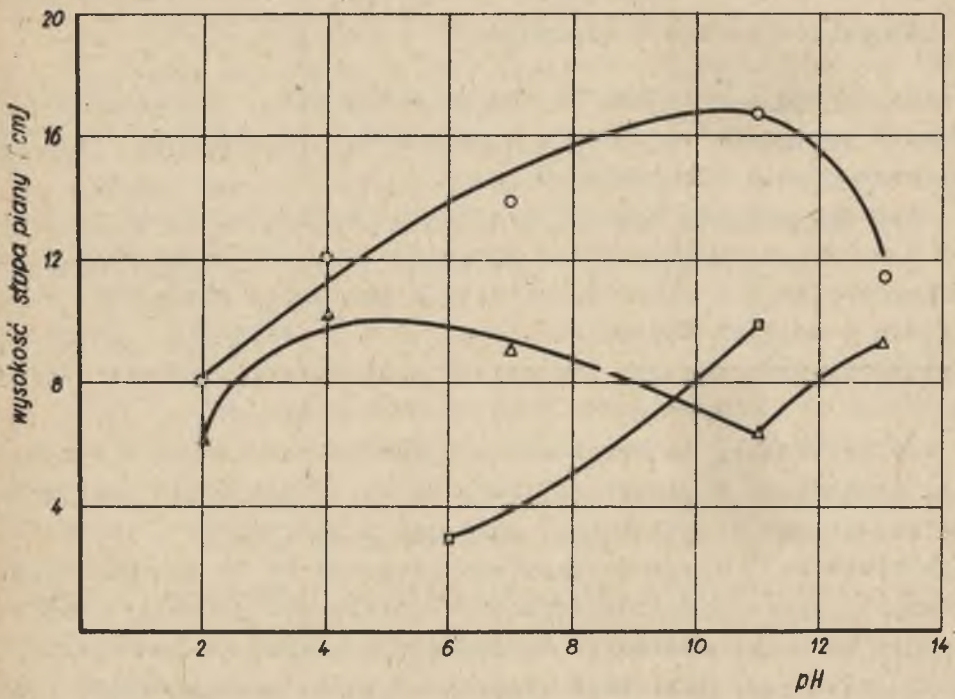
Roztwór terpineolu stężenie g/l	Napięcie powierzchn. dyn/cm	Wysokość warstwy piany cm
0,04	72,5	1
0,08	70,0	11
0,16	67,0	14
0,36	62,0	15,5
0,7	56,0	20
1,4	50,0	27,5
1,75	46,0	powyżej 40
3,5	39,0	28,0

Tabela II

Wpływ stężenia soli nieorganicznych na pianotwórczość i napięcie powierzchniowe roztworu terpineolu o stężeniu 0,175 g/l

Stężenie soli g.równ/l	Na_2SO_4		KCl		KNO_3	
	nap.pow.	pianotw. h	nap.pow.	pianotw. h	nap.pow.	pianotw. h
0,01	66,1	18,5	66,1	19,0	-	23,0
0,1	64,8	17,0	64,8	17,0	64,8	19,0
1,0	60,6	15,0	65,0	12,0	63,2	8,0
2,0	55,7	6,0	61,4	7,5	60,6	5,0
3,0	51,8	3,5	58,7	4,5	57,2	3,0
4,0			55,7	3,0		

Na rysunku 6 przedstawiono wyniki badań,pianotwórczych własności terpineolu o stężeniu 0,175 g/l przy różnych pH roztworów (krzywa 1). Krzywą 2 przedstawiono pianotwórczość roz-



Rys. 6. Wpływ pH roztworu na pianotwórcze własności alkoholi I - terpineol stężenie 0,175 g/l (alkohol III-rzędowy) II - alkohol heksylowy, stężenie 0,1304 g/l (alkohol I-rzędowy) III - terpineol, stężenie 0,011 g/l 10

tworu I rzędowego alkoholu heksylowego o stężeniu 0,1304 g/l również w zależności od pH roztworu. Krzywą 3 pokazano zmianę pianotwórczych własności terpineolu o stężeniu 0,011 g/l w roztworach o różnym pH podaną na podstawie monografii Mitrofanowa [10].

Badano również wysalające własności soli w stosunku do terpineolu. Badania te prowadzono w ten sposób, że znaną ilość nasyconego roztworu terpineolu (50 ml) miareczkowano roztworami Na_2SO_4, KCl, KNO_3 o znanych stężeniach, do wystąpienia pierwszego trwałego zmętnienia od wydzielającego się w postaci emulsji terpineolu. Zjawisko wysalania zaobserwowano przy doda-

niu do 50 ml nasyconego roztworu terpineolu 2,5 ml 3 n roztworu Na_2SO_4 lub 7,5 ml 4 n KCl lub 15 ml 4 n KNO_3.

4. Omówienie wyników i dyskusja

Wyniki wskazują wyraźnie na zmianę własności pianotwórczych wodnych roztworów terpineolu w zależności od stężenia w tych roztworach soli nieorganicznych.

Pierwsza analiza wyników przedstawionych graficznie na rys. 4 i 5 wskazuje na zasadniczo inną zależność pomiędzy napięciem powierzchniowym a pianotwórczością w przypadku roztworów terpineolu o różnych stężeniach (rys. 4) i w przypadku roztworu terpineolu przy różnych stężeniach soli nieorganicznych (rys. 5).

Zaobserwowano, że zwiększenie stężenia terpineolu w roztworze, prowadzące w pewnym zakresie do wyraźnych zmian napięcia powierzchniowego, gwałtownie polepsza pianotwórcze własności tego roztworu. Dalsze zwiększenie stężenia aż do roztworów nasyconych pogarsza pianotwórczość. W przypadku natomiast zastosowania do badań roztworów terpineolu o stałej koncentracji 0,175 g/l a przy zmiennych stężeniach soli, zaobserwowano jak i poprzednio obniżenie napięcia powierzchniowego, czemu jednak nie towarzyszyło podwyższenie pianotwórczości, a wprost przeciwnie obniżenie (rys. 5).

Napięcie powierzchniowe powiązane jest jednoznacznie ze stężeniem danego związku w roztworze równaniem Gibbsa.

$$-\frac{\partial \sigma}{\partial c} = R\,T\,\frac{\Gamma}{c} \qquad (1)$$

σ - napięcie powierzchniowe na granicy roztwór - powietrze,
c - stężenie związku rozpuszczonego w roztworze,
R - stała gazowa uniwersalna,
T - temperatura w skali Kelvina,
Γ - stężenie związku w warstwie powierzchniowej (adsorpcja).

Widać z niego, że dla roztworów terpineolu o różnych koncentracjach c napięcie powierzchniowe zmniejsza się ze wzrostem c, co wynika z adsorbowania się terpineolu w warstwie powierzchniowej, a zatem ze wzrostu Γ w równaniu (1).

Przy badaniu napięcia powierzchniowego roztworu terpineolu o stałym jego stężeniu, a przy zmianach stężenia różnych soli, w równaniu (1) c = const., mimo to jednak, zachodzi zmiana napięcia powierzchniowego σ a zatem również Γ. Zjawisko takie jak wiadomo wynika z wysalającego działania jonów soli [12]. Wysalanie to prowadzi zgodnie z równaniem Setschenowa [13] do zmiany rozpuszczalności substancji organicznej.

$$S = S_o e^{-V_s C} \qquad (2)$$

S - rozpuszczalność związku organicznego w roztworze soli o stężeniu C, g/l.

S_o - rozpuszczalność maksymalna związku organicznego w wodzie (w danej temperaturze), g/l.

V_s - objętość solwatacyjna jonu, litr/mol.

C - stężenie roztworu soli, mol/litr.

$$\ln \frac{S_o}{S} = V_s C \qquad (3)$$

Według Czeledy [13] V_s przedstawia objętość hydratacyjną jonów i w równaniu Setschenowa jest wartością stałą dla danej soli.

Jak stwierdziliśmy pomiarami, maksymalna rozpuszczalność terpineolu w wodzie S_o w temperaturze około 18°C wynosi 3,5 g/l. W otrzymanych wynikach z pomiarów wysalania podano już, że wysalanie dla soli Na_2SO_4 nastąpiło przy stężeniu soli C = 0,14 n = 0,07 m, i przy stężeniu terpineolu S = = 3,33 g/l.

Stąd

$$\ln \frac{3,5}{3,33} = V_s \cdot 0,07$$

$$V_s = \frac{2{,}303 \lg \frac{3{,}5}{3{,}33}}{0{,}07}$$

$$V_s = 0{,}7$$

$$\mathrm{tg}\alpha = V_s = 0{,}7; \quad \alpha = 35^0$$

Dla KCl analogicznie otrzymano $S_o = 3{,}5$ g/l, $S = 3{,}04$ g/l, $C = 0{,}52$ mol/l.

$$\ln \frac{3{,}5}{3{,}04} = V_s\ 0{,}52$$

$$V_s = 0{,}27$$

$$\alpha = 15^0 10$$

Dla KNO_3 otrzymano: $S_o = 3{,}5$ g/l, $S = 2{,}7$ g/l, $C = 0{,}92$ m.

$$\ln \frac{3{,}5}{2{,}7} = V_s\ 0{,}92$$

$$V_s = 0{,}285$$

$$\alpha = 15^0 30$$

Tak więc na podstawie wyliczeń otrzymuje się ostatecznie równania

dla roztworów Na_2SO_4:

$$S = S_o\ e^{-0{,}7\ C} \tag{4}$$

dla roztworów KCl:

$$S = S_o\ e^{-0{,}27\ C} \tag{5}$$

dla roztworów KNO_3:

$$S = S_o e^{-0,285\ C} \tag{6}$$

Równania te pozwalają obliczyć rozpuszczalność terpineolu w roztworach o różnym stężeniu soli. Inaczej mówiąc, powinny pozwolić obliczyć zmianę napięcia powierzchniowego w zależności od stężenia danej soli, ponieważ napięcie powierzchniowe jest funkcją stężenia rozpuszczonego związku. Względne stężenie związku rozpuszczonego (terpineolu) zmienia się, ponieważ wprowadzenie soli powodujące związanie pewnej ilości wody zmniejsza objętość wody swobodnej.

Tak więc opierając się na równaniu (4) można dla różnych stężeń roztworu Na_2SO_4 obliczyć maksymalną S rozpuszczalność terpineolu (przy założeniu S_o = 3,5 g/l).

W badaniach jak to przedstawiono na rys. 5 stosowano roztwór terpineolu o stężeniu C = 0,175 g/l. Ze stosunku $\frac{C_{const} = 0,175\ g/l}{S}$ można obliczyć względne procentowe nasycenie roztworu terpineolu. Roztwory terpineolu o różnych koncentracjach, charakteryzujące się różnych względnym nasyceniem $\frac{C_{terp}}{S_o}$ powinny wykazywać taką samą wartość napięcia powierzchniowego jak roztwory solne terpineolu, dla których wartość nasycenia względnego jest taka sama.

$$C_{wzgl}\ \% = \frac{C_{const}}{S}\ 100 = \frac{C_{const}}{S_o\ e^{-V_s C}} \tag{7}$$

$$C_{wzgl}\ \% = \frac{C_{terp}}{S_o} \tag{8}$$

czyli

$$\sigma = f(C_{wzgl}) \tag{9}$$

Wyniki liczbowe przeliczeń podano w tablicy III oraz graficznie na rys. 5 liniami przerywanymi.

Tablica III

Na_2SO_4				
C soli m/l	S g/l $\ln \frac{3,5}{S} = 0,7C$	C% wzgl. = $\frac{C_{const.}}{S}$	C_{terp} $C_{terp}=C_{wzgl}S_o$	Z krzywej wzorcowej dla C_{terp}
0,05	3,35	5,2	0,172	67
0,5	2,26	8,0	0,28	63,5
1	1,75	10,0	0,35	61,5
1,5	1,4	12,5	0,438	59,5

KCl				
C soli m/l	S g/l $\ln \frac{3,5}{S} = 0,7C$	C% wzgl. = $\frac{C_{const.}}{S}$	C_{terp} $C_{terp}=C_{wzgl}S_o$	Z krzywej wzorcowej dla C_{terp}
0,1	3,41	5,1	0,18	66,5
1	2,7	6	0,21	65,5
2	2,04	8,6	0,3	63
3	1,56	11,2	0,392	60,5

KNO_3				
C soli m/l	S g/l $\ln \frac{3,5}{S} = 0,7C$	C% wzgl. = $\frac{C_{const.}}{S}$	C_{terp} $C_{terp}=C_{wzgl}S_o$	Z krzywej wzorcowej dla C_{terp}
0,1	3,4	5,2	0,182	66,5
1	2,65	6,6	0,231	65
2	2,0	8,7	0,306	62,5
3	1,49	11,8	0,403	60,2

Z rysunku 5 widać, że krzywe obliczone teoretycznie na podstawie otrzymanych równań leżą wyżej od krzywych otrzymanych z pomiarów dla danych stężeń soli. Wydaje się to wskazywać na to, że zmiana napięcia powierzchniowego wynika nie tylko z działania wysalającego. Z drugiej strony należy zaznaczyć, że punkt tem końcowym miareczkowania,w którym badano wysylające zdolności soli w stosunku do terpineolu było pojawienie się zmętnienia wydzielającej się emulsji terpineolu. Tak więc uchwycony punkt nie był punktem równowagowym, lecz w każdym przypadku nastąpiło pewne przemiareczkowanie. Związane to jest z otrzymaniem w równaniach (4), (5), (6) nieco niższych od rzeczywistych wartości V_s.
Zatem równania z dokładniej wyznaczonymi V_s powinny pozwolić na obliczanie napięcia powierzchniowego z większą dokładnością. Z rysunku 5 widac, że wartości obliczone teoretycznie byłyby wtedy bliższe danym eksperymentalnym.

Wzrost pianotwórczości roztworów terpineolu przy większych jego stężeniach można dobrze tłumaczyć wzrostem adsorpcji terpineolu w warstwie powierzchniowej. Podaje to równanie Gibbsa. Przy stężeniach bliskich nasycenia i nasyconych, warstwa adsorpcyjna jest już zupełnie zapełniona,a nawet może powstać druga warstwa adsorpcyjna. Adsorbujące się w niej drobiny terpineolu swoim hydrofobowym członem zwracają się w kierunku roztworu, co prowadzi do dehydratacji błonek piany.

Zmianę pianotwórczości roztworu terpineolu przy dodatku do niego soli, wydaje się dobrze tłumaczyć teoria Dieriagina i Duchina [14]. Przy dodatku soli pozornie powinien zachodzić efekt odwrotny do zmierzonego. Wysalanie prowadzące do obniżenia napięcia powierzchniowego jak wiadomo powinno prowadzić do wzrostu pianotwórczości. Zgodnie jednak z Dieriaginem i Duchinem ciśnienie rozklinowujące warstewki cieczy odpowiedzialne za jej stabilność składa się z:

$$P(h) = N(h) - A(h) + S(h) \qquad (10)$$

N(h) - jonowa składowa ciśnienia rozpórczego,

A(h) - składowa wynikająca z działania sił van der Waalsa - Londona,

S(h) - składowa ciśnienia rozpórczego odgrywająca znaczną rolę, gdy warstewska hydratacyjna posiada wyraźnie inną od cieczy w całej objętości polimolekularną strukturę.

W rozpatrywanym przez nas przypadku warstewski cieczy, a więc warstewki z obu stron ograniczonej fazą powietrzną S(h) = = 0. W przyjętym sposobie znakowania siłom odpychania odpowiadają dodatnie wartości ciśnienia rozklinowywującego P(h), co może zachodzić przy wysokich wartościach N(h), czyli wysokich wartościach sił odpychania elektrostatycznego. W przypadku symetrycznej błonki cieczy, która z obu stron zaadsorbowała tę samą ilość terpineolu, obie powierzchnie są naładowane do tego samego potencjału, a zatem odpychają się. Dodatek soli prowadzący do zawężenia ich atmosfer jonowych zmniejsza zakres działania elektrostatycznych sił odpychania, a zatem prowadzi do zmniejszenia stabilności takiej błonki. Jest to analogiczne do koagulacji koloidów hydrofobowych gdzie dodatek elektrolitu prowadzący do zawężenia podwójnych warstw elektrycznych, umożliwia cząstkom koloidalnym zbliżyć się na odległości działania sił van der Waalsa, a zatem powoduje koagulację.

Jak więc widać teoria Dieriagina i Duchina wydaje się dobrze tłumaczyć obniżenie pianotwórczych własności terpineolu w roztworach soli. Teoria ta jednak oparta na wywodach Debaya-Hückela może być stosowana tylko do roztworów elektrolitów o niewysokich stężeniach (do około 0,1 molowych).

Na podstawie istniejących rozważań teoretycznych trudno jeszcze dzisiaj podać pełny mechanizm zachodzących zjawisk, zwłaszcza, że przy dalszym wzroście stężenia soli aż do roztworów nasyconych tych soli, pianotwórczość roztworów terpineolu ciągle maleje. Zastanawiające jest to tym bardziej, że wzrasta już wtedy znacznie lepkość roztworów, a pianotwórczość czystych roztworów soli nieorganicznych o tak wysokich stężeniach też jest wyraźnie wyższa niż czystej wody [15].

W celu wyjaśnienia mechanizmu działania terpineolu przeprowadzono również pomiary jego pianotwórczości w roztworach o różnych pH oraz w analogicznych warunkach badano pianotwórczość roztworu I rzędowego alkoholu heksylowego (rys. 6).

Na rysunku tym widać, że w prawie całym zakresie badanych pH pierwszorzędowy alkohol heksylowy zachowuje się odwrotnie niż terpineol będący alkoholem trzeciorzędowym. Wiadomo [16], że alkohole III rzędowe znacznie łatwiej od I rzędowych wchodzą w reakcję:

$$ROH + HCl \longrightarrow \left[\overset{H}{R}OH\right]^{+} Cl^{-}$$

czyli zachowują się podobnie do zasad dając w wyniku napisanej reakcji sól oksoniową. Tak więc można się spodziewać, że w środowisku kwaśnym terpineol będzie w pewnym stopniu bardziej zdysocjowany niż w środowisku lekko alkalicznym. Wynikałoby z tego, że w środowisku lekko alkalicznym powinien znajdować się wyłącznie w postaci drobinowej, czyli wykazywać najlepsze własności pianotwórcze.

Dla alkoholi I rzędowych możliwa jest reakcja:

$$ROH + HOH \rightleftharpoons [RO]^{-} + [H_3O]^{+}$$

Alkohole III rzędowe mogą wchodzić w podobną reakcję znacznie trudniej. Zatem badany alkohol heksylowy powinien wykazywać najwyższe własności pianotwórcze w roztworach kwaśnych co w pewnym sensie zgadza się z otrzymanymi wynikami.

Przedstawione wyniki pokazują, że pH roztworów ma wyraźny wpływ na własności pianotwórcze alkoholi, mimo że nie zaobserwowano w badanym zakresie pH jego wpływu na zmianę napięcia powierzchniowego. Wskazywałoby to na jakiś specyficzny wpływ jonów i polarności roztworu na strukturę drobin i ich zachowanie się w roztworze [17], a zatem i własności pianotwórcze nawet i obojętnych chemicznie związków takich jak np. alkohole.

LITERATURA

[1] Kłassen W.I., Płaksin I.N.: Izw. AN SSSR, OTN, No 3, str. 62 (1954).

[2] Laskowski J.: Rudy i metale nieżelazne, t.8, Nr 11, str. 412 (1963).

[3] Laskowski J.: Przegląd Górniczy, Nr 1, str. 60 (1962).

[4] Klar J., Laskowski J.: Solna flotacja tarnobrzeskiej rudy siarkowej, Zeszyty Naukowe Politechniki Śl. - Górnictwo, (1964) - w druku.

[5] Laskowski J., Mielecki J.: Przegląd Górniczy, t.20,Nr 3, str.113 (1964).

[6] Barcicki J.: Przemysł Chemiczny, t.43, Nr 1, str.39 (1964).

[7] Clayton W.: The Theory of emulsions and their technical treatment, London 1943.

[8] Kłassen W,I.: Fłotacija ugliej, Gozgortiechizdat, Moskwa 1963.

[9] Kłassen W.I., Mokrousow W.A.: Wwiedienije w tieoriju fłotacji, wyd. II, Gozgortiechizdat, Moskwa 1959.

[10] Mitrofanow S.I.: Selektywnaja fłotacja, Mietałłurgizdat, Moskwa 1958.

[11] Rebinder P.A.: Chimiczeskaja nauka i promyszlennost, t.4, No 5 (1959).

[12] Seit W.: Zeitschrift für Phisykalisohe Chemie, t.117, str. 257 (1925).

[13] Czeleda J.: "A contribution to the theory of the solvation shells of simple ions", Sbornik Vysoke Szkoly Chemicko-Technologicke v Pradze, Sztatni Pedagogicke Nakladatelstvi, Praha 1958, str.401-441.

[14] Dieriagin, Duchin S.S.: Theory of Flotation of Small and Mediumsize Particles, Bull. Inst. Min. Metall., No 651, str. 221 (1961).

[15] Charłamow W.S.: Biuletyn Inst. Mechanobr "Obogaszczenije ruď", No 2(8) (1957).

[16] Macy R.: Uproszczona Chemia Organiczna, PWN, Warszawa 1960.

ВЛИЯНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПЕНЫ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

I. ИССЛЕДОВАНИЯ ВСПЕНИВАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ТЕРПИНЕОЛА

Р е з ю м е

Исследовано вспенивающие действие терпинеола и поверхностные натяжения его растворов при разных концентрациях солей (KCl, KNO_3 Na_2SO_4) в растворах. Доказано, что концентрация соли имеет огромное влияние на изменение поверхно стного натяжения и на вспенивающие действие.

INFLUENCE OF INORGANIC SALTS ON FROTH-MAKING OF SURFACE-ACTIVE COMPOUNDS

I. THE TESTS OF FROTH-MAKING PROPERTIES OF TERPINEOL

S u m m a r y

The froth-making properties and surface tension of terpineol solutions with different strength of (KCl, KNO_3, Na_2SO_4) salts solutions, were tested. It is shown, that strength of salt has a great influence on surface tension and troth-making properties of terpineol solutions too.