ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Nr 105 Górnictwo z.9 1964

JAN KLAR, JANUSZ LASKOWSKI

SOLNA FLOTACJA TARNOBRZESKIEJ RUDY SIARKOWEJ

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki laboratoryjnych badań nad solną flotacją tarnobrzeskiej rudy siarkowej. Obok wykazania możliwości takiej flotacji, otrzymano wyraźną zależność pomiędzy filtracją produktów flotacji a jakością koncentratów. Największą "czystością" charakteryzowały się koncentraty z flotacji w roztworach Na_2SO_4 i NaCl. Równocześnie, dla tych koncentratów najtrudniej zachodził proces filtracji. Jest to związane z największym wtedy stopniem dyspersji towarzyrzących siarce minerałów ilastych.

1. Wstęp

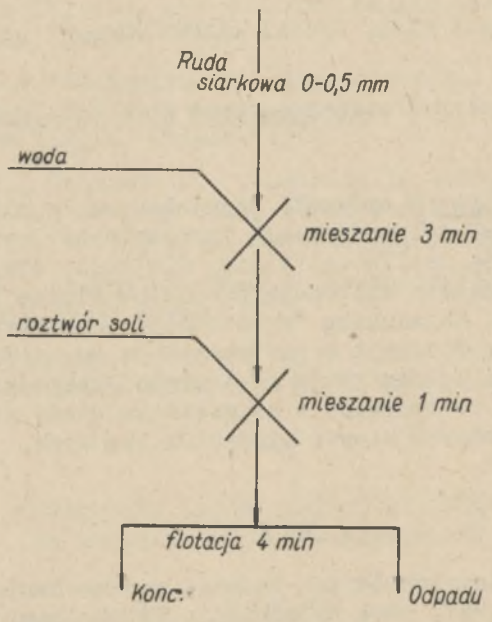
Prowadzone w ostatnich latach badania nad mechanizmem procesu solnej flotacji [1,-6], obok wyjaśnienia fizykochemicznych podstaw tego procesu, wykazały również możliwość wzbogacania na tej drodze różnych kopalin już z natury hydrofobowych [7]. Stąd nasunęło się pytanie, jak w roztworach soli nieorganicznych będzie przebiegała flotacja siarki rodzimej, flotowanej obecnie na Zakładzie im. Marcelego Nowotki w Machowie przy użyciu tradycyjnych odczynników organicznych. Celem pracy była odpowiedź na pytanie: czy taka flotacja siarki tarnobrzeskiej w ogóle jest możliwa.

2. Badania

Badania prowadzono na próbie produkcyjnej z kopalni "Piaseczno". Próbę brano z głównego przenośnika taśmowego (transportującego rudę z odkrywki do wagonów kolejowych) w ciągu kilku miesięcy, była więc jakąś "średnią" z wszystkich eksploatowanych typów rudy. Po uśrednieniu rozdrabniano ją na kruszarkach laboratoryjnych do ziarna poniżej 0,5 mm. Zawartość siarki w próbie 29,88%, jej średni ciężar właściwy 2,4 g/cm^3.

Doświadczenia flotacyjne prowadzono w laboratoryjnym flotowniku typu mechaniczno-pneumatycznego o pojemności 1,6 litra. Dla wszystkich doświadczeń stosowano tę samą ilość obrotów wirnika oraz do-

prowadzono tę samą ilość powietrza. Schemat według którego prowadzono doświadczenia jest przedstawiony na rys.1.



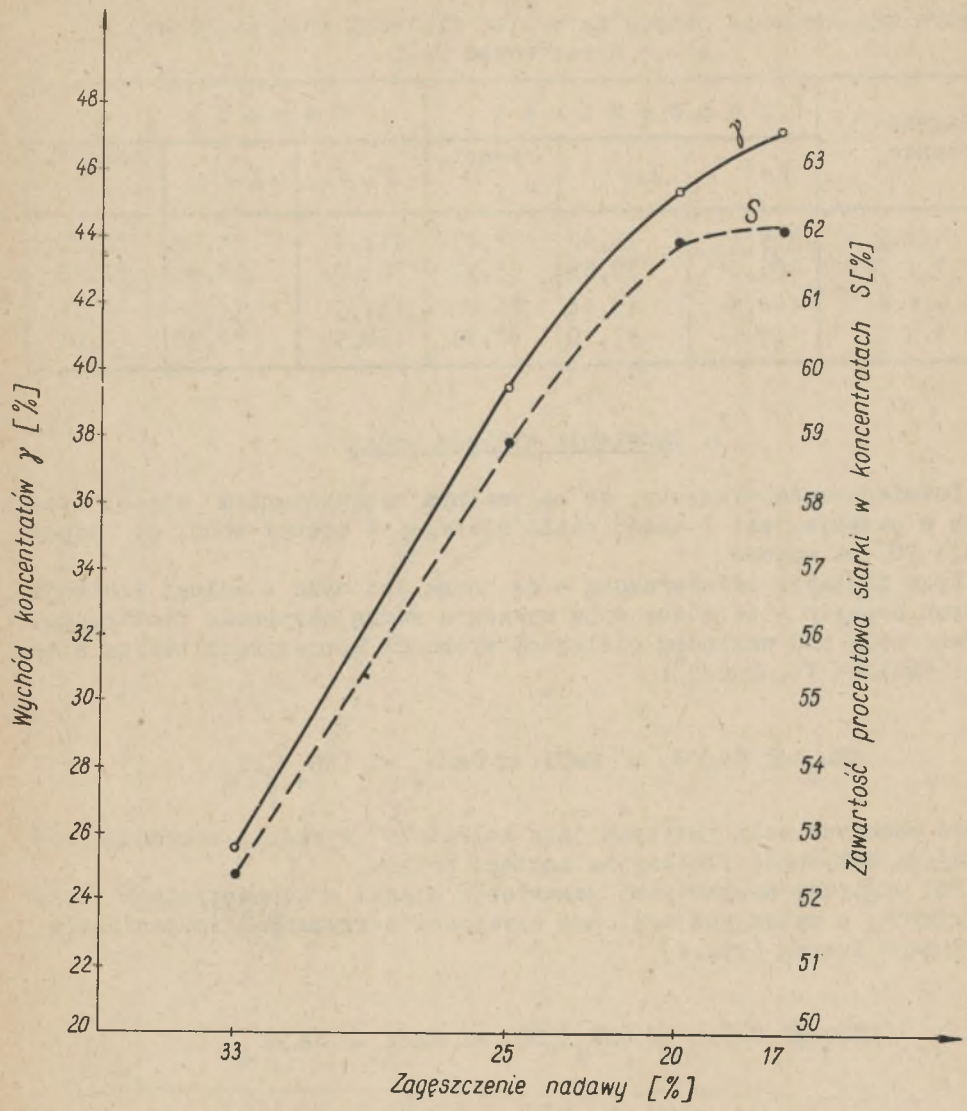
Rys.1. Schemat prowadzenia doświadczeń flotacyjnych

Produkty flotacji po odfiltrowaniu pod próżnią na lejkach Büchnera, suszono do stanu powietrzno-suchego i następnie ważono. Próbki z odpadów i koncentratów - po zważeniu i uśrednieniu - rozcierano w moździerzu na ziarna poniżej 0,2 mm i kierowano do analizy na zawartość siarki rodzimej. Analizy wykonywano metodą siarczynową.

Początkowo flotując w roztworze 0,5nNaCl nadawy o różnych zagęszczeniach części stałych (od 1:2 do 1:5), wyznaczono optymalne - dla procesu solnej flotacji - zagęszczenia rudy siarkowej w pulpie (tablica I i rys.2).

W dalszych doświadczeniach, stosując optymalne zagęszczenia części stałych w nadawie (1:4), badano flotowalność siarki w roztworach Na_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$, NaCl, $CaCl_2$, KNO_3 o różnych stężeniach(tablica II rys.3, 4 i 5).

Na podstawie doświadczeń dla całej serii badań przyjęto czas flotacji równy 4 minuty.



Rys.2. Wpływ zagęszczenia części stałych w nadawie na proces flotacji w 0,5 n roztworze NaCl

Tablica 1

Wpływ zagęszczenia nadawy na wyniki flotacji rudy siarkowej w 0,5 n roztworze NaCl

Zagęszczenie	Koncentrat			Odpady		
	γ, g	γ, %	zawart. S, %	γ, g	γ, %	zawart. S, %
1 : 2	189,5	25,62	52,47	472,5	74,38	20,70
1 : 3	185,0	39,52	58,92	283,0	60,48	12,18
1 : 4	164,5	45,44	61,98	197,5	54,56	8,16
1 : 5	141,5	47,10	62,03	158,5	52,90	7,01

3. Omówienie wyników badań

Doświadczenia wykazały, że optymalnym zagęszczeniem części stałych w nadawie jest 1 część ciała stałego: 4 części wody, co odpowiada 20%-om wagowo.

Przy flotacji potwierdzono - co znane już było z solnej flotacji innych kopalin - że różne sole wykazują różną aktywność flotacyjną. Badane sole pod względem wielkości wychodów koncentratu tworzą szereg (tablica II, rys.3):

$$KNO_3 \ll Na_2SO_4 < NaCl < CaCl_2 < (NH_4)_2SO_4$$

Wśród podanych soli (użytych jako kolektory) wyraźnie zaznacza się mniejsza aktywność flotacyjna azotanu potasu.

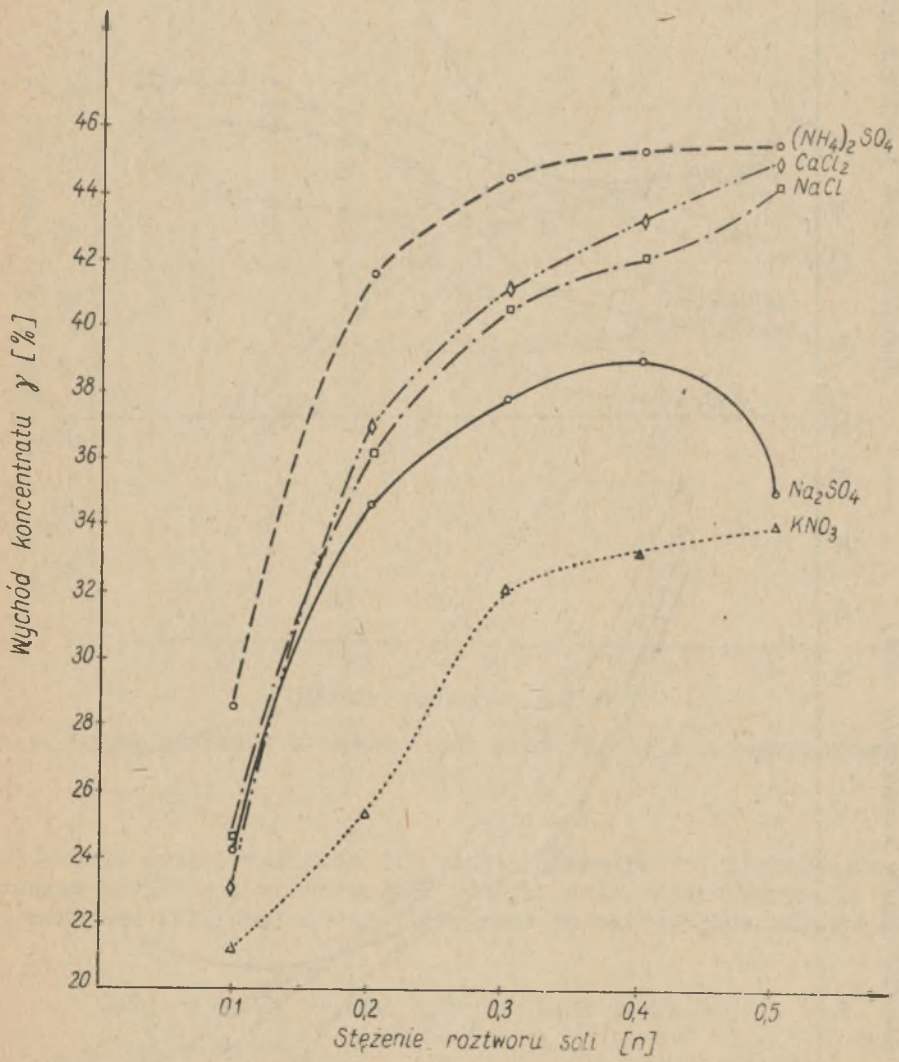
Pod względem procentowej zawartości siarki w koncentratach flotacyjnych, a zatem pod względem czystości otrzymanych koncentratów otrzymano szereg (rys.4)

$$KNO_3 \ll CaCl_2 < (NH_4)_2SO_4 < NaCl < Na_2SO_4$$

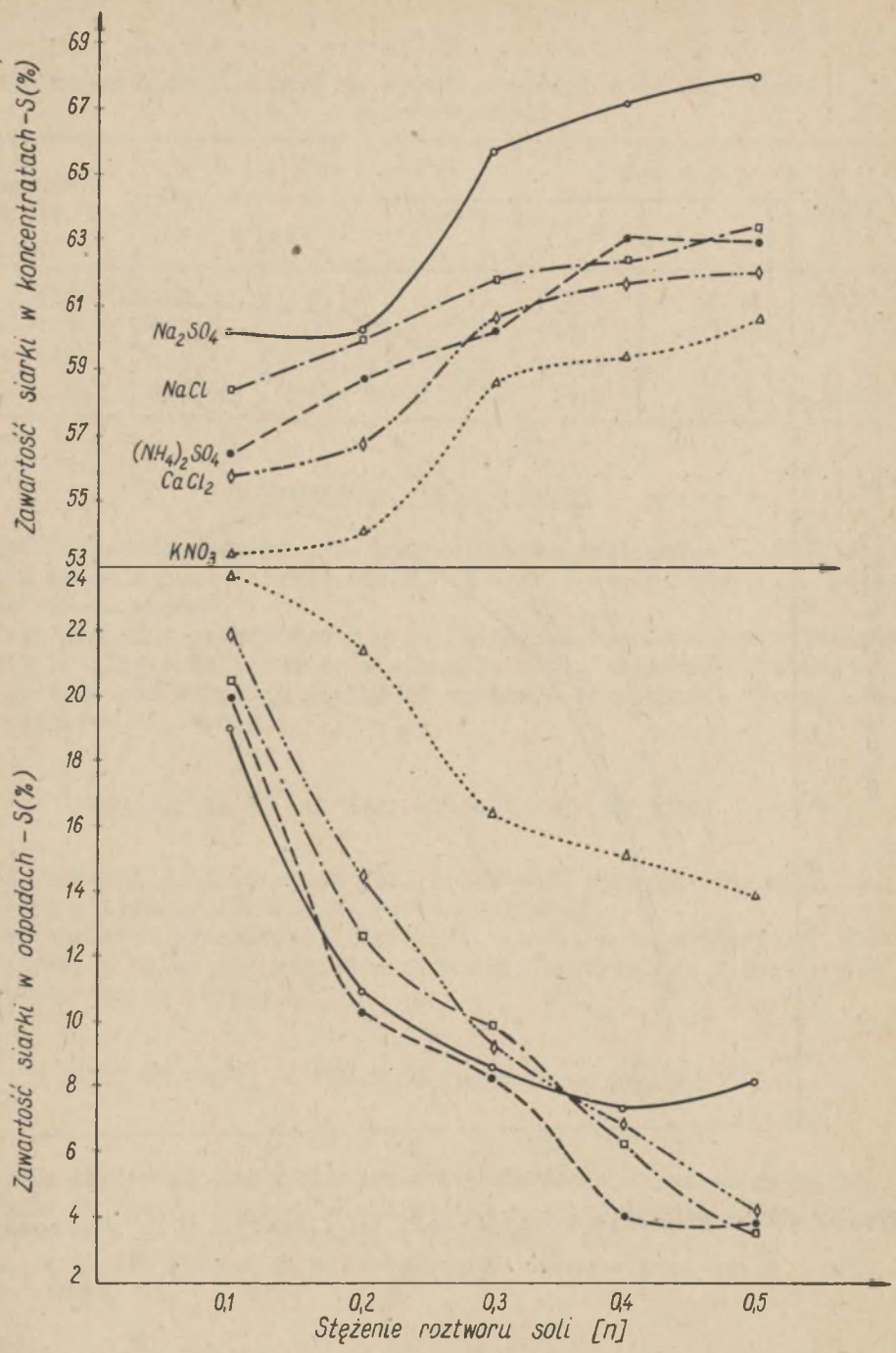
Znacznie czystszym był koncentrat przy flotacji z roztworów Na_2SO_4, wyraźnie najmniejszą zawartością siarki w koncentracie charakteryzowały się koncentraty z flotacji w roztworach KNO_3.

Pod względem własności pianotwórczych używane sole można ustawić w szereg:

$$KNO_3 < CaCl_2 < NaCl < (NH_4)_2SO_4 < Na_2SO_4$$

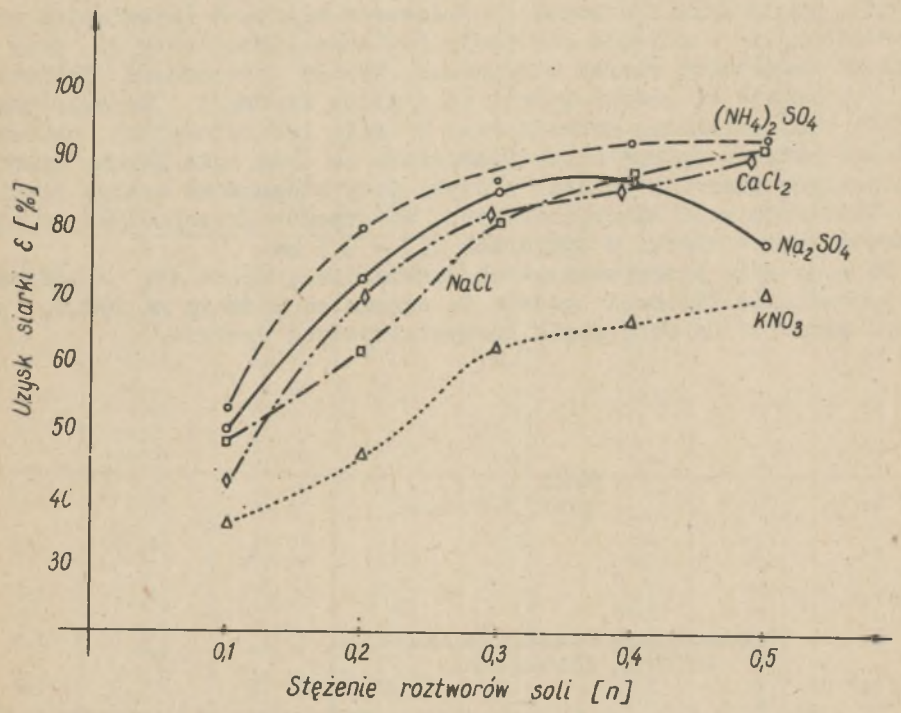


Rys.3. Wpływ stężenia różnych soli na flotację rudy siarkowej



Rys.4. Zawartość siarki w koncentratach i odpadach przy flotacji w roztworach różnych soli

Najlepsze pienienie i najbardziej stabilną pianę dawały siarczany, najsłabszą azotany.



Rys.5. Uzysk siarki w koncentratach przy flotacji z różnych roztworów

W czasie przeprowadzania filtracji koncentratów, stwierdzono, że produkty z flotacji w roztworach różnych soli, charakteryzują się niejednakową filtrowalnością. Otrzymano tu następujące zależności:

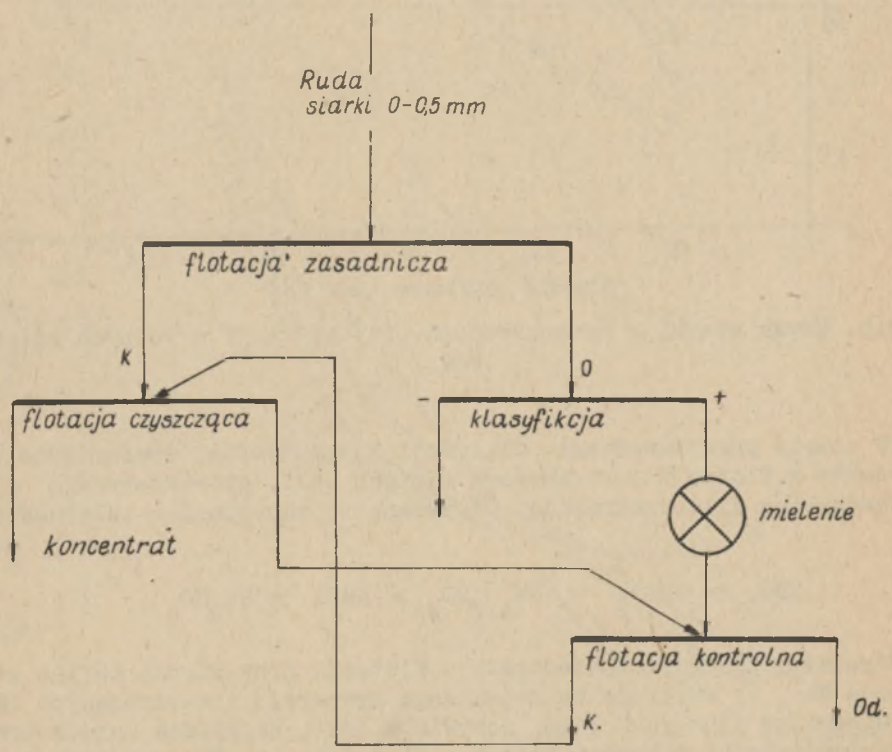
$$KNO_3 \sim CaCl_2 \sim (NH_4)_2SO_4 > NaCl > Na_2SO_4$$

Najtrudniej filtrują koncentraty z flotacji przy użyciu soli z kationem Na^+, co wskazuje na największą dyspersję towarzyszących siarce minerałów ilastych. Stąd, oczywista jest, najwyższa procentowa zawartość siarki w koncentratach z flotacji w roztworach tych soli (Na_2SO_4 i NaCl).

Stwierdzono, że proces flotacji solnej przebiega ze znacznie większą szybkością niż flotacja przy użyciu odczynników klasycznych. Kryje się w tym poważna możliwość zwiększenia wydajności maszyn.

Otrzymane wyniki są gorsze od niektórych innych doświadczeń laboratoryjnych [8] jak również od wyników przemysłowych Zakładu w Machowie, gdzie przy zastosowaniu zbieracza alifol-S (mieszanina różnych alkoholi) otrzymuje się około 80% -owe koncentraty S, przy około 4% zawartości siarki w odpadach. Wyniki doświadczeń laboratoryjnych zawsze są jednak gorsze od wyników flotacji przemysłowej, a przy tym, parametry prowadzonego w skali laboratoryjnej procesu, dalekie były od optymalnych. Mianowicie za duża była górna granica flotowatych ziarn, w związku z czym, przy stosunkowo słabym pienieniu roztworów soli nieorganicznych, do odpadów przechodziły w większości ziarna siarki o wymiarach 0,2 - 0,5 mm.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń, można się spodziewać że prowadzenie flotacji zgodnie ze schematem podanym na rys.6, powinno pozwolić na otrzymanie korzystniejszych wyników.



Rys.6. Proponowany schemat prowadzenia doświadczeń solnej flotacji rudy siarkowej w skali półtechnicznej

Tablica 2

Wyniki flotacji rudy siarkowej w roztworach różnych soli

	Stężenie roztworu (n)	Koncentrat γ, g	Koncentrat γ, %	Koncentrat zawartość s %	Odpady γ, g	Odpady γ, %	Odpady zawartość s_1 %	Uzysk S ε %
Na_2SO_4	0,1	85,7 87	23,95 24,58	60,70 59,80	244,3 295	67,21 75,42	20,50 19,42	50
	0,2	128,3 123,5	35,44 34,11	62,12 58,16	181,7 238,5	60 65,89	9,23 15,89	72
	0,3	132,5 139,8	36,60 38,61	67,15 64,30	166,5 222,2	46 61,39	6,47 8,53	85
	0,4	149,0 140,1	39,50 38,70	66,14 68,30	207,5 221,9	57,35 61,30	6,32 7,31	87
	0,5	130,0 129,5	35,91 33,01	67,20 68,93	204,5 232,5	66,49 66,99	7,35 8,11	78
$(NH_4)_2SO_4$	0,1	105,0 102,9	29,0 28,42	56,50	257,0 259,5	71,0 71,58	20,15	53
	0,2	155,0 148,0	42,81 40,90	58,82	207,0 214,0	57,19 59,10	10,39	80
	0,3	162,5 161,3	44,89 44,55	60,70	199,5 200,7	55,11 55,45	8,58	85
	0,4	164,5 165,2	45,44 45,63	63,15	197,5 196,8	54,56 54,37	4,02	93
	0,5	165,5 165,1	45,72 45,60	62,99	196,5 196,9	54,28 54,40	3,99	93
NaCl	0,1	87,5 89,2	24,17 24,64	59,67 57,50	274,5 272,8	75,83 75,36	20,13 21,08	48
	0,2	132,5 130,1	36,60 35,94	59,87 60,12	229,5 231,9	63,40 64,06	12,18 13,02	61
	0,3	145,8 146,1	40,27 40,91	62,09 61,81	214,2 213,9	59,73 59,09	9,83 10,01	81
	0,4	150,4 155,3	41,54 42,90	63,13 62,21	211,6 206,7	58,46 57,10	7,02 6,41	87
	0,5	160,9 164,5	44,44 45,54	64,13 63,40	201,1 197,5	55,56 54,56	4,62 3,11	93
$CaCl_2$	0,1	82,5 84,1	22,79 23,22	55,77	279,5 277,9	77,21 76,78	22,03	43
	0,2	131,8 135,2	36,41 37,34	56,83	230,2 226,8	63,59 62,66	14,52	70
	0,3	151,0 149,5	41,71 41,02	60,70	211,0	58,29	9,21	82
	0,4	155,5 158,2	43,00 43,70	61,77	206,5 203,8	57,00 56,30	6,91	87
	0,5	161,5 165,0	44,61 45,60	62,12	200,5 197,0	55,39 54,40	4,02	92
KNO_3	0,1	73,5 74,5	20,16 20,60	53,40	289,0 287,5	79,84 79,94	23,91	36
	0,2	93,1 91,5	25,71 25,27	54,13	268,9 270,5	74,29 74,73	21,52	46
	0,3	115,5 118,0	31,90 32,60	58,80	246,5 244,0	68,10 67,40	16,41	62
	0,4	120,5 121,0	33,28 33,40	59,43	241,5 241,0	66,72 66,60	15,02	66
	0,5	122,3 124,1	33,80 34,28	60,71	239,7 237,9	66,20 65,72	13,99	70

LITERATURA

[1] Kłassen W.I.,Płaksin I.N.: Izw.AN SSSR, OTN, Nr 3,str.62(1954).

[2] Kłassen W.I., Laskowski J.T.; Dokł.AN SSSR, 145, Nr 4, str.857 (1962); Kołł.Żurnał, 25, Nr 5, str.549,(1963).

[3] Laskowski J. Kłassen W.I.: Izw.AN SSSR, OTN-Mietałł.i gornoje dieło, Nr 3, str.182 (1963).

[4] Laskowski J.: Zeszyty Naukowe Pol.Śląskiej - Górnictwo, z.5,str 31 (1962).

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

[6] Kłassen W.I. Laskowski J.: Przemysł Chemiczny, t 43,Nr 1 str.12 (1964).

[7] Charłamow W.S.: Biuletyn Inst.Mechanobr "Obogaszczenije rud", Nr 2 (1957).

[8] Barcicki J.: Przemysł Chemiczny, t 42, Nr 7, str.373 (1963).

СОЛЯНАЯ ФЛОТАЦИЯ СЕРНОЙ РУДЫ ИЗ ТАРНОБЖЕГА

Резюме

В статье представлены результаты лабораторных исследований в области соляной флотации руды элементарной серы из Тарнобжега. Кроме указания возможности проведения такой флотации, получена чёткая зависимость между фильтрацией продуктов флотации и качеством концентратов. Наибольшей "чистотой" обладали концентраты с флотации в растворах Na_2SO_4 и $NaCl$. Одновременно, именно для этих концентратов процесс фильтрации происходил наиболее опорно. Этот факт связан с наибольшей в этом случае степенью дисперсии сопутствующих сере илистых минералов.

FLOTATION DE SELS DES GISEMENTS DE MINERAI DE SOUFRE DE TARNOBRZEG

Résumé

Pedant les expèrimentations reâlisées en laboratoire on a démontré la possibilité de flotation du soufre du Bassin de Tarnobrzeg dans les solutions de sels inorganiques sans application d'autres réactifs. En admettant des obtentions relativement élevées les concentrés de soufre "les plus purs" ont été obtenus pendant la flottation des solutions de sel Na^+ (Na_2SO_4, $NaCl$) c'est à dire lorsque les minéreaux argileux qui accompagnent le soufre dans le produit brut sont le plus dispersés.