

Anna TEOFILAK MALISZEWSKA

## Mineralizacja osadów doggeru na przykładzie otworu Głogowiec

### WSTĘP

Otwór wiertniczy Głogowiec znajduje się na wschodnim skrzydle antykliny kłodawsko-łęczyckiej, w odległości około 20 km na NE od Kłodawy. W górnej części osadów batonu (podział stratygraficzny wg J. Znoski) zwraca uwagę odcinek rdzenia o odmiennym od otoczenia charakterze litologicznym. Na głębokości 621÷600 m wśród szarych, szarobrunatnych, bądź szarozielonych piaskowców występują dwie wkładki skał o rdzawowisniowym zabarwieniu zbliżonym wyglądem do barwy śmietany hematytowej. Miąższość dolnej wkładki wynosi około 6,5 m, górnej — 2,25 m; nieco wyżej, wśród szarych piaskowców stwierdzono także wkładkę skały barwy brunatnordzawej (2,5 m miąższości, fig. 1).

W celu wyjaśnienia genezy nie spotykanych w doggerze wkładek tego typu podjęto badania petrograficzne. Inicjatorem ich był doc. dr J. Znosko, który zajmował się badaniami złóż rud żelaza doggeru na obszarze antykliny kłodawsko-łęczyckiej, m.in. w otworze Głogowiec.

Badania petrograficzne opisanych skał batonu, prowadzone przeze mnie w Zakładzie Mineralogii i Petrografii IG, pozwoliły stwierdzić, że rdzawowisniowe wkładki złożone są z bogatych w związki żelazowe skał piaszczysto-węglanowych.

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SKAŁ PIASZCZYSTO-WĘGLANOWYCH

Są to piaskowce kwarcowe, drobno- lub średnioziarniste o spoiwie dolomitowo-ankerytowym z dużym udziałem wodorotlenków żelaza. W cienkich płytkach wykazują one strukturę psamitową, bardzo nierównoziaarnistą, często zlepieńcowatą, teksturę bezładną. W niektórych próbkach (607,8÷610,0 m) udział węglanów jest tak duży, że skała przechodzi w bardzo silnie zapiaszczony dolomit ankerytowy.

Głównym składnikiem materiału detrytycznego jest kwarc o średnicy ziarna 0,06÷1,5 mm, średnio 0,2÷0,4 mm. Kwarc wykazuje znikanie

Skład chemiczny skał piaszczysto-węglanowych batonu z otworu Głogowiec (w % wagowych)

Barwa skały	Nr próbki	Głębokość w m	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O-	S całk.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cu
szarozielona	2	599,9	36,24	5,39	0,31	10,92	3,41	12,92	6,94	0,06	2,25	0,13	17,32	2,95	1,05	0,14	0,04	0,007
szara	3	601,3	47,27	2,90	0,20	2,63	4,47	14,25	7,08	0,04	1,20	0,08	20,52	0,40	0,45	0,22	—	0,01
szara	5	601,8	93,14	2,01	0,21	0,28	1,80	0,50	0,22	—	0,84	0,08	0,55	0,49	0,43	0,21	—	0,002
brunatno-rdząwa	11	605,5	72,80	2,00	0,16	2,11	2,68	6,80	3,38	0,02	0,60	0,09	9,92	0,80	0,06	0,003	—	0,01
szara	13	606,2	56,47	1,76	0,11	1,83	3,97	11,70	5,65	0,05	0,60	0,09	16,10	0,65	0,15	0,001	—	0,01
ciemnoszara	14	606,3	45,73	0,94	0,10	2,27	3,41	18,96	5,93	0,06	0,30	0,14	22,51	0,68	0,14	0,001	—	0,01
szarozielona	16	607,2	46,65	6,65	0,34	12,51	2,25	8,06	5,33	0,04	2,77	0,13	10,43	3,16	1,40	0,12	0,03	0,008
szaro-brunatna	17	607,6	48,90	0,97	0,08	2,63	3,97	14,68	7,53	0,05	0,24	0,10	20,94	0,76	0,20	0,005	—	0,008
wiśniowa	18	607,8	30,80	1,90	0,10	6,55	6,63	16,76	9,84	0,03	0,36	0,08	26,12	0,66	0,43	0,003	0,08	0,01
szaro-brunatna	19b	610,0	28,36	1,24	0,10	2,47	5,42	20,16	11,01	0,05	0,24	0,09	29,55	0,76	0,26	0,02	—	0,01
wiśniowa	20	614,0	54,77	3,09	0,26	10,38	5,48	4,23	4,21	0,04	0,42	0,08	12,22	1,55	0,27	0,007	0,07	0,008
wiśniowa	25	617,0	37,71	1,6	0,22	4,54	5,11	15,75	9,35	0,10	0,36	0,07	24,45	1,41	0,23	0,02	—	0,003
wiśniowa	29	620,0	24,09	0,77	0,26	4,00	8,22	19,29	10,90	0,12	0,30	0,13	29,85	0,60	0,32	0,01	0,09	0,01
wiśniowa	30	620,5	49,69	1,76	0,21	8,12	10,26	8,16	4,61	0,05	0,36	0,08	16,23	0,21	0,41	0,01	—	0,009

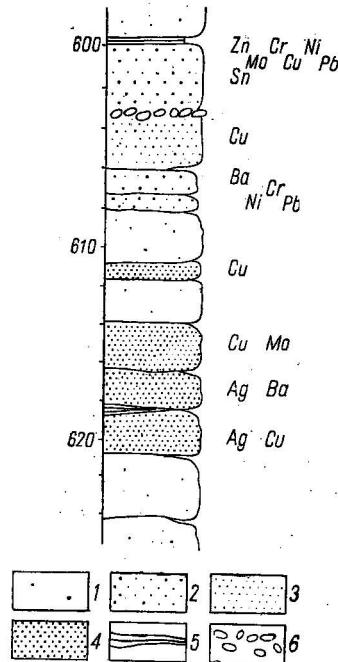
światła normalne, rzadziej — smużyste, faliste, bądź mozaikowe, zawiera bardzo drobne wrostki mineralne i inkluzje gazowe. Powierzchnie jego ziarn są bardzo nierówne, skorodowane przez roztwory alkaliczne. Pod mikroskopem w ziarnach kwarcu doskonale widoczne są zatokowate wgłębienia, w które wdziiera się dolomit (tabl. I, fig. 2).

Fig. 1. Profil litologiczny osadów bathonu w otworze wiertniczym Głogowiec z głębokości 625,0-÷600,0 m

Lithological section of the Bathonian deposits in bore hole Głogowiec; depth 625÷600,0 m

1 — piaskowce szare; 2 — piaskowce szaro- lub zielonobrunatne; 3 — piaskowce brunatne; 4 — piaskowce rdzawowiśniowe; 5 — łupki ilaste; 6 — zlepniec; z prawej strony zaznaczono występowanie pierwiastków śladowych w ich największej koncentracji

1 — grey sandstones; 2 — grey or green-brown sandstones; 3 — brown sandstones; 4 — rusty-cherry sandstones; 5 — clay shales; 6 — conglomerate; to the right are marked trace elements in their greatest concentration



Poza kwarcem w materiale detrytycznym piaskowców występują skałenie, muskowit, cyrkon, turmalin, okruchy piaskowców, mułowców, łupków i kwarcytów, oolity żelaziste i ich fragmenty. Oolity wykazują budowę koncentryczną, często w jądrach zawierają ziarna węglanów. Oprócz oolitów występują tu zbliżone do nich wymiarami i kształtem kongrecje żelaziste (0,15÷0,36 mm średnicy). Okruchy skorupki fauny występujące w piaskowcach należą przeważnie do szkarłupni i małży. Są one złożone z dolomitu, częściowo impregnowane brunatnymi wodorotlenkami żelaza.

Materiał detrytyczny opisywanych skał cementowany jest drobno-, średnio- i gruboziarnistym spoiwem dolomitowo-ankerytowym typu bazalnego. Węglały występują w postaci kseno- i panksenomorficznych ziarn, rzadko w postaci romboedrów. Ziarna węglanów często zawierają bardzo drobne wrostki wodorotlenków żelaza i minerałów ilastych.

Związki żelaza w opisywanych utworach są rozmieszczone dość nierównomiernie, nawet w najbardziej żelazistych próbkach o intensywnie wiśniowym zabarwieniu można zauważyć fragmenty skały ubogie w Fe (tabl. I, fig. 3). Badane skały zawierają 4,0÷10,4%  $Fe_2O_3$ , 5,1÷10,2% FeO. Analiza rentgenograficzna próbki z głębokości 620,5 m wykazała obecność refleksów charakterystycznych dla getytu, natomiast hematytu nie stwierdzono.

Najbardziej interesującymi składnikami opisanych skał są niewątpliwie skalenie. Występują tu okruchy mikroklinu o budowie kratkowej, ziarna nie zbliżniaczone, a także mikropertyt mikroklinowy. W skałeniach często tkwią wtórne wzrostki wodorotlenków żelaza, ułożone wzdłuż szczelin lupliwości (tabl. III, fig. 4). Niekiedy skalenie bywają intensywnie skaolinizowane, zmętniałe. Wokół ziarn skaleni często występują obwódki regeneracyjne o zarysach idiomorficznych (tabl. II, fig. 5). W obwódkach tych bardzo rzadko zaznacza się zbliżniaczenie polisyntetyczne, częściej dzięki plamistości niż przez obecność prążków; zwykle obwódki skaleniowe są nie zbliżniaczone i nie skaolinizowane.

Skaleni zostały poddane badaniom optycznym na stoliku Fiodorowa. Okazało się, że między ziarnami skaleni a obwódkami regeneracyjnymi nie ma różnicy współczynników załamania światła. Zarówno obwódki, jak i nie zbliżniaczone skalenie są reprezentowane przez mikroklin o kącie osi optycznych  $2V_\alpha = 80-85^\circ$ .

Na ziarnach skaleni i obwódkach regeneracyjnych zauważono podobne zjawiska rozpuszczania i korozji jak na ziarnach kwarcu. Często idiomorficzny zarys obwódki jest częściowo, a nawet zupełnie zatarty przez dolomit (tabl. III, fig. 6, 7).

Pozostałe piaskowce występujące w bałonie otworu Głogowiec na głębokości 630÷600 m są pod względem składu mineralnego dość podobne do opisanych piaskowców wiśniowych. Najistotniejszą różnicę między nimi stanowi udział związków żelaza, który spada do wartości 0,28÷2,63%  $Fe_2O_3$  i 1,80÷3,97%  $FeO$ . Spoiwo piaskowców jest w dalszym ciągu węglanowe, dolomitowo-ankerytowe, bardzo obfite do 40%  $Ca(MgFe)(CO_3)_2$ , lecz na ogół zawiera mniej ankerytu niż piaskowce o zabarwieniu wiśniowym. W materiale detrytycznym oprócz kwarcu spotyka się skalenie z obwódkami. Być może, że pewna część skaleni występujących w opisywanych skałach (oprócz obwódek) jest neogeniczna. Świadczy o tym obecność w piaskowcu (głębokość około 600 m) idiomorficznego ziarna skalenia bez obwódki.

Najwięcej skaleni z obwódkami spotyka się w środkowej, najsilniej żelazistej części badanego profilu, natomiast w spągu i stropie występują one sporadycznie. Powyżej głębokości 600 m, w kelowej, skaleni z obwódkami brak, lecz dolna granica ich występowania nie została ustalona. Skalenie z obwódkami stwierdzono także na głębokości około 665 m.

W przystropowym odcinku opisanych piaskowców zanotowano brak spoiwa węglanowego, materiał detrytyczny scementowany jest spoiwem getytowo-hydromikowym. Laminy bądź też skupienia wodorotlenków żelaza i hydromik występują także w dolomitowo-ankerytowych piaskowcach z głębokości około 608 i 615 m; mają one charakter reliktowy. W piaskowcach z głębokości około 608 m stwierdzono ponadto obecność chlorytu. Kilkakrotnie w spękaniach skał zauważono druzę dolomitu. W piaskowcach z głębokości 602 m występuje warstwa zlepieńca miąższości 30 cm. Jest to zlepienie typu międzyformacyjnego, w którym dobrze obtoczone okruchy skał, głównie piaskowców, spojone są dolomitami.

14 próbek piaskowców z głębokości 621÷600 m poddano pełnej analizie chemicznej, której wyniki zestawiono w tab. 1. Analizę wykonał mgr W. Pałyska w Zakładzie Technologii Surowców Mineralnych IG.

Tabela 2

## Wyniki analizy spektralnej skał piaszczysto-węglanowych batonu z otworu Głogowiec (w skali SPD)

Barwa skały	Nr próbki	Głębokość w m	Sr	Ba	Ti	V	Cr	Mo	Co	Ni	Cu	Ag	Zn	Sn	Pb
szarozielona	2	599,9	—	1	14	17	10	9	10	21	70	—	—	3	7
szara	2a	600,8	—	5	21	9	5	—	9	16	50	—	8	6	7
szara	3	601,3	—	1	21	11	4	3	5	14	70	—	1	4	1
szara	5	601,8	—	1	20	1	4	—	8	13	70	—	3	10	6
szarobrunatna	6	602,0	1	5	21	13	5	4	5	7	40	—	7	4	—
szara	7	602,3	—	1	16	14	4	5	5	16	50	—	1	3	1
brunatnordzawa	9	604,0	1	3	21	12	3	7	4	6	40	—	5	2	—
brunatnordzawa	9a	604,5	—	3	21	14	3	4	3	7	50	—	6	3	—
brunatnordzawa	10	605,0	—	1	15	12	3	5	5	10	40	—	—	1	—
brunatnordzawa	11	605,5	—	3	21	10	3	4	3	5	60	—	4	3	—
szarobrunatna	12	606,0	1	7	21	16	8	5	4	10	10	2	8	2	—
szara	13	606,2	—	1	21	9	5	4	4	8	60	—	3	2	—
ciemnoszara	14	606,3	—	1	18	10	4	3	3	10	60	—	1	2	—
szara	15	606,6	—	6	21	11	5	4	4	14	40	—	5	3	—
szarozielona	16	607,2	—	1	16	21	11	4	9	21	60	—	—	3	6
szarobrunatna	16a	607,4	1	—	13	16	6	4	8	20	10	1	—	2	6
szarobrunatna	17	607,6	—	1	18	12	3	4	5	8	60	—	—	2	—
wiśniowa	18	607,8	—	1	—	7	2	6	4	11	50	—	1	1	—
szarobrunatna	19	608,0	—	—	17	12	2	4	4	13	40	—	—	2	—
szarobrunatna	19b	610,0	—	—	—	—	1	5	3	15	100	—	—	4	—
wiśniowa	20	614,0	—	1	15	16	6	8	3	13	60	—	—	4	—
wiśniowa	21	614,5	—	1	16	11	4	7	4	7	60	—	—	4	—
wiśniowa	22	615,0	—	1	20	17	6	11	4	14	50	—	5	2	—
wiśniowa	23	615,5	—	1	17	14	4	10	4	7	60	—	—	2	—
wiśniowa	24	616,0	—	1	20	16	4	6	3	13	10	11	—	2	—
wiśniowa	25	617,0	—	1	18	13	4	5	3	13	60	—	—	3	—
ciemnoszara	26	618,0	—	6	21	12	4	5	3	15	50	—	5	4	—
wiśniowa	27	618,2	—	3	21	15	4	4	2	7	40	—	4	3	—
wiśniowa	28	619,3	—	5	21	16	4	4	3	10	10	13	5	2	19
wiśniowa	29	620,0	—	—	—	—	2	5	2	9	70	—	—	3	—
wiśniowa	30	620,5	—	1	—	10	3	8	3	9	60	—	—	3	—
ciemnoszara	32	621,5	—	1	20	12	9	4	4	17	50	—	2	3	13
ciemnoszara	33	626,0	—	5	21	12	5	4	3	9	40	—	2	2	17

33 próbki poddano analizie spektralnej, która wykazała obecność w badanych skałach wielu pierwiastków śladowych jak: bar, tytan, wanad, chrom, molibden, wolfram, nikiel, miedź, cynk, cynę i ołów. W próbkach wykazujących najwyższą zawartość Cr, Mo i Pb w skali SPD pierwiastki te oznaczono ilościowo chemicznie. Analizy spektralne próbek zostały wykonane w Głównym Laboratorium IG. Wyniki analiz zestawione w skali SPD podano w tab. 2.

Z wymienionych pierwiastków śladowych najliczniej reprezentowana jest miedź (maksymalnie 0,01% wag., tab. 1). Najwyższa zawartość chromu w próbkach wynosi 0,06%, molibdenu — 0,002%, ołowiu — 0,09%. Aczkolwiek tak nikiel, ilości te przekraczają dość znacznie klarki wymienionych pierwiastków w skałach osadowych (A. P. Winogradow, 1962; S. M. Katzenkow, 1964; H. Born, 1934). Sądząc z wyników analiz chemicznych pierwiastki śladowe w badanych osadach doggeru są związane genetycznie z żelazem, gdyż na przykład zawartość miedzi jest najwyższa w próbkach najbogatszych w Fe.

### OGÓLNE WNIOSKI

Rozważając genezę opisanych utworów piaszczysto-węglanowych, żelazistych nasuwa się przypuszczenie, że są one odmienne od utworzonych pierwotnie. Sugeruje to nietypowe dla batonu na Niżu Polskim wykształcenie piaskowców, wyraźna koncentracja pierwiastków śladowych, niejednolite ułożenie w skałach skupień wodorotlenków żelaza i węglanów, reliktowy charakter ilastego spoiwa w niektórych próbkach oraz obecność idiomorficznie wykształconych obwódek regeneracyjnych wokół ziarn skaleni.

Prawdopodobnie początkowo były to pospolite w doggerze piaski lub słabo spojone piaskowce kwarcowe, dość silnie porowate ze względu na niejednolite uziarnienie. Znaczna porowatość umożliwiła przenikanie roztworów i w jego następstwie procesy mineralizacji, rekrytalizacji i cementacji. Znaczenie porowatości skał dla dalszych procesów diagenety i epigenety było niejednokrotnie podkreślane (m.in. W. Engelhardt, 1960). Rolę porów skalnych dla cementacji osadów podniósł także F. Werner (1961) opisując cementację kalcytem luźnych piasków jury szwabskiej przez podsiąkanie roztworów węglanowych z niżej leżących pokładów.

W skałach piaszczysto-węglanowych z Głogowca zwraca uwagę obecność obwódek regeneracyjnych wokół ziarn skaleni. Według M. Topkaya (1950), W. P. Szutowa i B. J. Murawiewa (1964), a także C. Peszata (1966) autigeniczne skalenie w skałach węglanowych mogą tworzyć się w wyniku rekrytalizacji wapieni. W przypadku skaleni z Głogowca przyjęcie rekrytalizacji węglanów jako przyczyny utworzenia się obwódek nie ma pokrycia, gdyż występowanie skaleni z takimi obwódkami jest związane z nagromadzeniem związków żelaza, głównie getytu, a nie z występowaniem dolomitu i ankerytu. Podobnie z nagromadzeniem getytu koreluje się występowanie podwyższonej zawartości miedzi. Z tego wynika, że krystalizacja obwódek mikroklinowych oraz getytu (a przynajmniej jego części) oraz pewne koncentracje pierwiastków śladowych pozostają we wspólnym związku i mogą tworzyć pewien łączny etap mineralizacji osadu pierwotnego. Można by więc przypuszczać, że w etapie tym do

porowatych piaskowców batonu Głogowca dostały się roztwory mineralizujące, które zawierały głównie jony  $K^{1+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$  i innych pierwiastków śladowych. Porowatość osadu pozwala przypuszczać, że działa się to w okresie diagenety, kiedy piasek nie uległ jeszcze cementacji pod wpływem nacisku warstw nadległych.

Jakie mogło być źródło owych mineralizujących roztworów? Ze względu na położenie otworu Głogowiec na obszarze antykliny kłodawsko-lęczyckiej narzuca się przypuszczenie, że były to solanki wyzwalające się z mas solnych w czasie wypiętrzania się wysadów solnych. Według J. Znoski (1957), który pierwszy zwrócił uwagę na przejawy mineralizacji solankowej na tym obszarze, ruchy wypiętrzające masy solne były szczególnie intensywne w wezulu i w batonie. Z tym więc okresem, który odpowiada przystropowej części batonu, wiąże się krystalizacja obwódki regeneracyjnych wokół ziarn skaleni oraz nagromadzenie znacznej części getytu i pierwiastków śladowych. Potas potrzebny do utworzenia obwódki mikroklonowych był przyniesiony przez solanki, a glinę i krzemionkę dostarczyły zawarte w skale minerały ilaste. Obecność w solankach takich pierwiastków, jak Na, K, Ca, Mg, a także metali, jak Cu, Zn, Pb, Mo, była niejednokrotnie notowana (E. Windakiewicz, 1962; A. L. Szinkarenko, 1948; W. M. Lewczenko, 1948). Szczególne bogactwo solanek w najrozmaitsze pierwiastki notują E. W. Posochow (1949 a, b, c, d) oraz N. I. Tolstichin i A. I. Dzens-Litowski (1948). Krystalizacja mikroklonu dowodzi, że wartość pH solanek wynosiła około 8, gdyż tylko przy takim odczynie red-ox środowiska może się utworzyć mikroklin. Wniosek ten zgodny jest z danymi zawartymi w piśmiennictwie. L. Lisicyn (*vide* E. Posochow, 1949d) podaje, że pH solanek na ogół waha się w granicach 7,8–8,3, rzadko spada do wartości pH = 7. Nagromadzenie związków żelaza w skałach również bywa łączone z działalnością solanek. K. Prochazka i Z. Biernat (1966) opisali występowanie wtórnych związków żelaza w postaci śmietany hematytowej w niektórych otworach wiertniczych w okolicy Kłodawy. Stwierdzili oni wyraźną migrację pewnych składników od złoża soli poprzez czapę ku skałom nadległym. Niekiedy tego rodzaju zjawiska mają nawet wpływ na podniesienie mineralizacji wód studziennych nad złożem soli i w jego najbliższej okolicy, co zostało potwierdzone analitycznie przez K. Prochazkę w rejonie Mogilna. Tak więc do pierwszego etapu przemian mineralizujących utworu batonu w otworze Głogowiec zalicza się głównie feldspatyzację i getytyzację piaszczystego pierwotnego osadu.

Następny etap przemian, nastąpił znacznie później, gdy batońskie osady zostały już zestalone. Etap ten wiąże się z ponownym dopływem solanek o nieco odmiennym chemizmie niż poprzednie. Solanki późniejsze zawierały głównie jony  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ , prawdopodobnie również nieco siarkowodoru (N. I. Tolstichin, A. I. Dzens-Litowski, 1948). Redukcyjny odczyn roztworów spowodował częściową redukcję żelaza trójwartościowego z getytu do dwuwartościowego. Część wolnych jonów  $CO_3^{2-}$  oraz zredukowane żelazo wraz z magnezem z solanek utworzyło ankeryt. Wartość pH prawdopodobnie wzrosła do 9–10, gdyż dopiero w środowisku wyraźnie alkalicznym może krystalizować dolomit. O intensywnej działalności roztworów alkalicznych świadczy skorodowanie powierzchni kwarcu, często — zniszczenie pierwotnych, idiomorficznych zarysów ob-

wódek mikroklinowych. W czasie korozji obwódki musiały być już sztywne, co najlepiej świadczy o znacznej przerwie czasowej między pierwszym a drugim etapem mineralizacji.

J. Znosko (1957) w artykule o wznoszeniu się wysadu kłodawskiego w jurze pisze: „Podczas ruchów młodokimeryjskich, które dotknęły obszar Kujaw, wznowione i wzmożone dźwiganie się mas skalnych połączone było prawdopodobnie z wyzwoleniem dużej ilości solanek magnezowych i roztworów mineralizujących, które uwięzione w masach solnych pod bardzo dużym ciśnieniem pozostawały tam aż do momentu ich wyzwolenia. Spowodowały one zdolomityzowanie wapieni rauraku oraz — w różnym stopniu — wapieni argowu”. Następnie J. Znosko sugeruje, że dolomityzacja związana z wypływem solanek w okresie ruchów młodokimeryjskich dotarła także do niższych warstw jury, m.in. do utworów keloweju i batonu. Epigenetyczną dolomityzację osadów jurajskich oraz mineralizację związaną z działalnością solanek stwierdzono także w innych otworach wiertniczych antykliny kłodawsko-łęczyckiej. Zjawiskami tymi zajmował się R. Krajewski (1957) szczegółowo opisując dolomityzację i okruszcowanie wapieni jurajskich w okolicach Inowrocławia. W wapieniach tych stwierdzono obecność galeny, blendy, pirytu i markasytu. Obecność cynku i ołowiu w badanych skałach R. Krajewski wiąże z wypływem solanek z wypiętrzanych mas solnych.

Reasumując wyniki badań petrograficznych rdzenia z otworu Głogowiec należy stwierdzić, że:

1. Skały batonu z otworu Głogowiec na głębokości 621÷600 m reprezentują utwór zmieniony epigenetycznie w stosunku do pierwotnego osadu.

2. Źródłem procesów epigenetycznych były solanki pochodzące z wysadów solnych antykliny kłodawsko-łęczyckiej.

3. Pierwszy etap nastąpił w czasie wczesnej diagenety osadu. Spowodował on wtedy feldspatyzację, getytyzację, nagromadzenie miedzi i innych pierwiastków śladowych. Prawdopodobnie procesy te działy się w batonie.

4. Drugi etap mineralizacji był związany z ruchami młodokimeryjskimi. Nastąpiło wtedy zdolomityzowanie osadu (zwłaszcza kalcytowych szczątków fauny), krystalizacja spoiwa dolomityczno-ankerytowego. Niewykluczone, że dopływ pewnych pierwiastków śladowych był związany również z młodszymi solankami.

Zakład Mineralogii i Petrografii  
Instytut Geologiczny  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 25 lutego 1967 r.

## PIŚMIENNICTWO

- BORN H. (1934) — Der Bleigehalt der norddeutschen Salzlager und seine Beziehungen zu radioaktiven Fragen. *Chemie d. Erde*, 9, p. 66—87. Jena.  
ENGELHARDT W. (1960) — Der Porenraum der Sedimente. *Miner. Petr. Einzeldarst.*, 2. Berlin.



- KRAJEWSKI R. (1957) — Okruszczowanie wapieni jurajskich w okolicach Inowrocławia. *Kwart. geol.*, 1, p. 225—235, nr 2. Warszawa.
- PESZAT C. (1966) — Zagadnienie występowania skałeni autigenicznych w wapieniach cieszyńskich. *Kwart. geol.*, 10, p. 463—474, nr 2. Warszawa.
- PROCHAZKA K., BIERNAT Z. (1966) — Zagadnienie migracji soli i niektórych pierwiastków w nadległe utwory kłodawskiego wysadu solnego na przykładzie otworu K-83a. *Rocz. Tow. Geol.*, 34, p. 79—95, nr 1. Kraków.
- ТОРКАЯ М. (1950) — Recherches sur des silicates authigènes dans les roches sédimentaires. *Bull. Lab. Géol. Géophys. Univ. Lausanne*, 97, Lausanne.
- WERNER F. (1961) — Zu Verkittungsvorgängen an Psammiten. *Geol. Rundschau*, 51, p. 507—516, nr 2. Stuttgart.
- WINDAKIEWICZ E. (1926) — *Sólnictwo*, cz. I. Kraków.
- ZNOSKO J. (1957) — Wznoszenie się wysadu kłodawskiego w jurze i jego wpływ na genezę muszłowców syderytowych. *Kwart. geol.*, 1, p. 90—106, nr 1. Warszawa.
- ВИНОГРАДОВ А. П. (1962) — Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. *Геохимия*, № 7, стр. 555—571. Москва.
- КАТЧЕНКОВ С. М. (1964) — Среднее содержание некоторых малых химических элементов в главных типах осадочных пород. *Тр. геохим. конф. „Химия земной коры”*, 2, стр. 391—397. Москва.
- ЛЕВЧЕНКО В. М. (1948) — Геохимическая классификация минеральных вод. *Тр. лабор. гидрогеол. проблем АН СССР*, 3, стр. 99—104. Москва—Ленинград.
- ПОСОХОВ Е. В. (1949a) — Тенизы Северного Казахстана. *Изд. АН Казахской ССР, с. геол.*, вып. 10, № 72, стр. 33—46. Алма-Ата.
- ПОСОХОВ Е. В. (1949b) — Солонные озера северозападного Прибалхашья. *Изд. АН Казахской ССР, с. геол.*, вып. 10, № 72, стр. 46—56. Алма-Ата.
- ПОСОХОВ Е. В. (1949c) — Соляные озера Тениз-Кургальджинского бассейна. *Изд. АН Казахской ССР, с. геол.*, вып. 10, № 72, стр. 56—65. Алма-Ата.
- ПОСОХОВ Е. В. (1949d) — К геологии и гидрохимии соляных озер центрального Казахстана. *Изд. АН Казахской ССР, с. геол.*, вып. 11, № 70, стр. 58—68. Алма-Ата.
- ШИНКАРЕНКО А. Л. (1948) — О газовом составе и содержании микроэлементов в минеральных источниках района кавказских минеральных вод. *Тр. лабор. гидрогеол. проблем АН СССР*, 3, стр. 252—263. Москва—Ленинград.
- ТОЛСТИХИН Н. И., ДЗЕНС-ЛИТОВСКИЙ А. И. (1948) — Подземные воды соляных месторождений. *Тр. лабор. гидрогеол. проблем АН СССР*, 3, стр. 150—164. Москва—Ленинград.
- ШУМОВ В. П., МУРАВЬЕВ В. И. (1964) — О природе аутигенных альбитов карбонатных пород. *Зап. Всесоюз. Минер. Общ.*, № 93, вып. 3, стр. 318—328. Москва.

Анна ТЕОФИЛЯК МАЛИШЕВСКА

## МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ДОГТЕРА В БУРОВОЙ СКВАЖИНЕ ГЛОГОВЕЦ

### Резюме

Буровая скважина Глоговец заложена на восточном крыле Клодавско-Лэнчицкой антиклинали, приблизительно в 20 км к северо-востоку от Клодавы (Куявско-Поморский антиклинорий). На глубине 600,0—621,0 м в серых песчаниках кровельной части батских отло-

жений были пройдены прослойки пород вишнево-красного цвета (фиг. 1). Это карбонатно-песчаные породы, содержащие окисное железо, чаще всего представленные мелкозернистыми или среднезернистыми кварцевыми песчаниками с доломито-анкеритовым цементом. Реже встречаются песчаные анкеритовые доломиты. Главным компонентом является обломочный кварц (фиг. 2), второстепенными — полевые шпаты, мусковит, циркон, турмалин, обломки песчаников и алевролитов, железистые оолиты и доломитизированные обломки раковин иглокожих и пелеципод. В этих породах содержится  $Fe_2O_3$  в виде гетита (фиг. 3) до 10,4% и FeO в виде анкерита до 10,2%.

Обращают на себя внимание зерна полевых шпатов, часто покрытые регенерационными оторочками с идиоморфными очертаниями (фиг. 4, 5). Зерна, как и оторочки, представлены микроклином с углом  $2V_{\alpha} = 80-85^{\circ}$ . Часто зерна полевых шпатов, их оторочки и зерна кварца разъедены щелочными растворами (фиг. 6, 7). Полевые шпаты с оторочками встречаются в основном в средней, наиболее железистой части исследуемого разреза, в подошве же и кровле наблюдаются они спорадически.

Остальные серые и серо-зеленые песчаники, встреченные буровой скважиной Глоговец на глубине 600,0—630,0 м в батских образованиях, проявляют сходство с описанными красными песчаниками, но содержат значительно меньше железа ( $Fe_2O_3$  до 2,6% и FeO до 3,9%).

Результаты полного химического анализа 14 проб песчанисто-карбонатных пород даются в табл. 1. В табл. 2 приведены результаты спектрального анализа 33 проб. Самые высокие содержания некоторых рассеянных элементов определены химическим путем (Cu — 0,01%, Sr — 0,06%, Mo — 0,002%, Pb — 0,03%). Эти значения превышают кларки указанных элементов в осадочных и соляных породах (А. П. Виноградов, 1962; С. М. Катченков, 1964; Х. Борн, 1934).

Микроскопические, как и химические исследования показали, что описываемые породы не являются первичными. Их развитие не типично для батского яруса Польской низменности, обращает внимание некоторая концентрация рассеянных элементов, наличие регенерационных оторочек на полевых шпатах, неравномерное распределение в породах скоплений гидроксидов железа и карбонатов, а также реликтовый характер глинистого цемента в некоторых образцах. Вероятно первоначально они представляли собой слабо-цементированные, пористые кварцевые песчаники, которые в последующее время в результате воздействия растворов были минерализованы и цементированы. На первой стадии минерализации имела место фельдшпатизация, геттитизация, обогащение медью и другими рассеянными элементами.

Эта стадия должна быть отнесена к периоду раннего диагенеза. Минерализующие растворы содержали в основном ионы  $K^{+1}$ ,  $Fe^{+3}$ , а также  $Ca^{+1}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Sr^{+3}$  и др. Их кислотность  $pH = 8$ . Следующая стадия изменений наступила после отвердения батских осадков и образования полевошпатовых оторочек. На второй стадии минерализации имели место доломитизация и образование анкерита. Минерализующие растворы приносили  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $CO_2^{-2}$  и незначительные количества  $H_2S$ , концентрация водородных ионов колебалась в пределах 9—10. Эти растворы привели к частичному растворению полевых шпатов и кварца.

В связи с тем, что буровая скважина Глоговец заложена на Клодавско-Лянчицкой антиклинали можно предположить, что минерализующими растворами были рассолы, ибо аналогичные явления (доломитизация и пиритовое оруденение) наблюдались в ряде других буровых скважин, пройденный в районе этой антиклинали (Е. Зноско, 1957; Р. Краевски, 1957).

Первая стадия минерализации может быть отнесена к вышльву соляных рассолов из образующихся в батское время соляных куполов.

Вторая стадия минерализации связана с интенсивным вытеканием магниевых рассолов, что по Е. Зноско (1957) происходило в позднекиммерийскую фазу складчатости, проявившуюся в районе Куявии.

Anna TEOFILAK MALISZEWSKA

### MINERALIZATIONS OF DOGGER DEPOSITS IN THE BORE HOLE GŁOGOWIEC

#### Summary

The bore hole Głogowiec is situated in the area of the eastern limb of the Kłodawa-Lęczycza anticline, about 20 km NE of Kłodawa (Kujawy — Pomeranian anticlinorium). At the top part of the Bathonian deposits at Głogowiec, intercalations rusty-cherry in colour were found to occur among grey sandstones at a depth from 621 to 600 metres (Fig. 1). It appeared that these are arenaceous-carbonate rocks, rich in iron compounds, mostly fine-grained or middle-grained quartz sandstones with dolomite-ankerite cement. Arenaceous ankerite dolomites are rarely found. Quartz (Tabl. I, Fig. 2) is here the main detrital mineral, and feldspars, muscovite, zircon, tourmaline, sandstone and siltstone fragments, ferruginous oolites and dolomitized fragments of echinoderms and pelecypods appear subordinately. These rocks contain more than 10.4%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  that occurs in the form of goethite (Tabl. I, Fig. 3) and up to 10.2% FeO bound in ankerite.

Feldspar grains reveal regeneration rims characterized by idiomorphic outlines (Tabl. II, Figs. 4 and 5). Both grains and rims are represented by microcline with an angle of optical axes amounting to  $2V_2 = 80-85^\circ$ . Feldspar grains and rims, also quartz grains, are frequently corroded by alkali solutions (Tabl. III, Figs. 6 and 7). Feldspars with rims are most frequently found in the middle, most ferruginous part of the section under examination, whereas at the bottom and top, they occur sporadically.

The remaining Bathonian sandstones, grey and grey-greenish in colour, that were found in the bore hole Głogowiec at a depth from 630 m to 600 m, resemble the cherry sandstones described above, but they contain far less iron (up to 2.6%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and 3.9% FeO).

The results of total analyses of the 14 selected arenaceous-carbonate rock samples are given in Tab. 1. Tab. 2 shows the results of spectral analysis of 33 samples. For the highest contents of some trace elements, their chemical compositions were determined (Cu — 0.01%, Cr — 0.06%, Mo — 0.002%, Pb — 0.03%). These values exceed the clarks of the above chemical elements in sedimentary rocks and salts (L. Vinogradov, 1962, S. Katshenkov, 1964, H. Born, 1934).

Both microscope and chemical examinations show that the rocks described above are not primary formations. Their development is not typical of the Bathonian deposits of the Polish Lowland area. Certain concentration of trace elements, regeneration rims around feldspar grains, irregular arrangement of iron hydroxide and carbonate concretions in rocks and relict character of clay cement in some samples are here of particular significance. In all probability, initially, these were slightly compact, porous quartz sandstones that were then mineralized and cemented due to the activity of solutions. To the I stage of mineralization belong: feldspathization, goethitization and concentration of copper and other trace elements. This stage should be referred to the period of early diagenesis. Mineralizing solutions contained mainly such ions as  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ , as well as  $\text{Cu}^{+1}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cr}^{+3}$  and others, pH value being about 8. The next stage of transformations followed the process of hardening of Bathonian sediments, and began after the crystallization of feldspar rims. To the II stage of mineralization belong: dolomitization of deposit, and formation of ankerite. The mineralizing

solutions were characterized mainly by the presence of  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{CO}_2^{-2}$  ions and of little  $\text{H}_2\text{S}$ , and concentration of hydrogen ions ranging from 9 to 10. These solutions were also responsible for a partial dissolution of feldspars and quartz.

Taking into account the situation of the bore hole Głogowiec, located within the Kłodawa-Lęczycza anticline, one can suppose that brines had been here mineralizing solutions, since similar phenomena, e.g. dolomitization or mineralization with pyrite, were found in this area in several bore holes (J. Znosko, 1957, R. Krajewski, 1957). The I stage of mineralization can be related to an outflow of brines in the uplifted salt masses at the Bathonian time. The II stage of mineralization is connected with an intense outflow of magnesium brines which, according to J. Znosko (1957), took place in the Kujawy region, during the young Cimmerian orogeny.

#### TABLICA I

- Fig. 2. Ziarna kwarcu skorodowane przez roztwory alkaliczne. Próbka nr 26, głębokość 618 m; nikole równoległe, pow. 300 ×  
Quartz grains corroded by alkali solutions. Sample No 26, depth 618,0 m; parallel nicols, enl. × 300
- Fig. 3. Struktura piaskowca dolomitycznego barwy wiśniowej; zaznacza się nierównomierne ułożenie związków żelaza. Próbka nr 30, głębokość 620,5 m; nikole równoległe; pow. 20 ×  
Texture of dolomitic sandstone, cherry in colour. Note an irregular arrangement of iron compounds. Sample No 30, depth 620,5 m; parallel nicols, enl. × 20

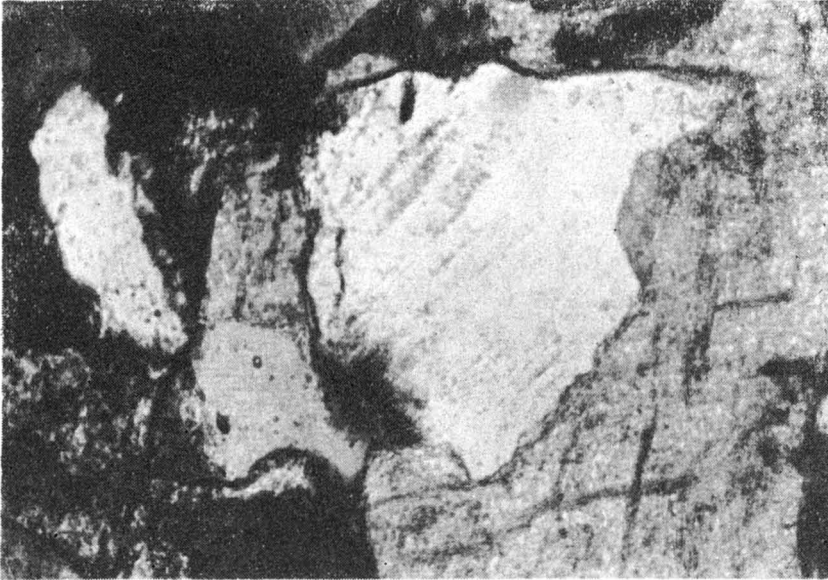


Fig. 2

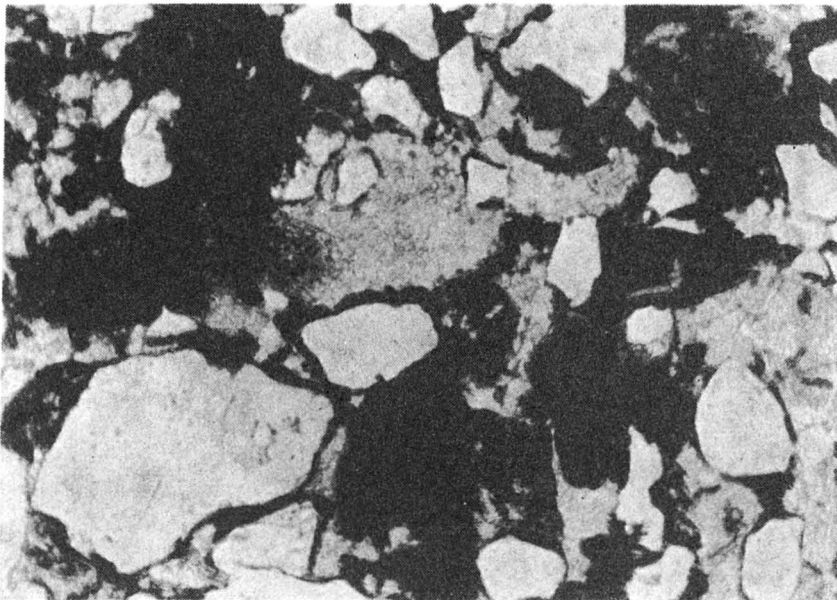


Fig. 3

## TABLICA II

Fig. 4. Mikroklin z obwódką regeneracyjną o zarysach idiomorficznych. Część obwódki skorodowana przez alkalia, szczeliny łupliwości wypełnione getytem. Próbka nr 26, głębokość 618,0 m; nikole równoległe, pow. 300 ×

Microcline with regeneration rim showing idiomorphic outline. Part of the rim corroded by alkali solutions, cleavage cracks filled in with goethite. Sample No. 26, depth 618,0 m; parallel nicols, enl. × 300

Fig. 5. Mikroklin z obwódką regeneracyjną o zarysach idiomorficznych i z wtórnymi wrostkami getytu. Widoczna łupliwość murchisonitowa. Próbka nr 9, głębokość 604,0 m; nikole równoległe, pow. 300 ×

Microcline with regeneration rim showing idiomorphic outline, with secondary ingrowths of goethite. Murchisonite cleavage can be observed. Sample No. 9; depth 604,0 m; parallel nicols, enl. × 300

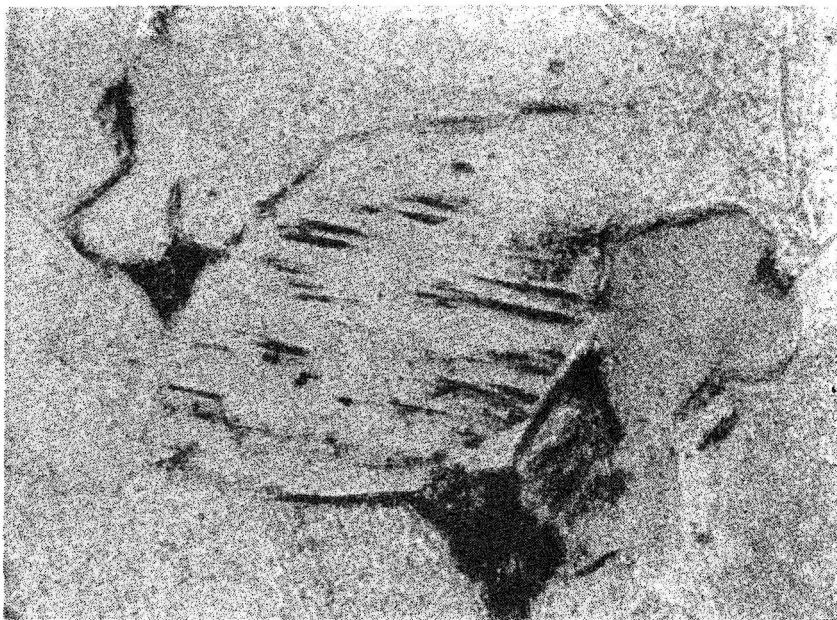


Fig. 4

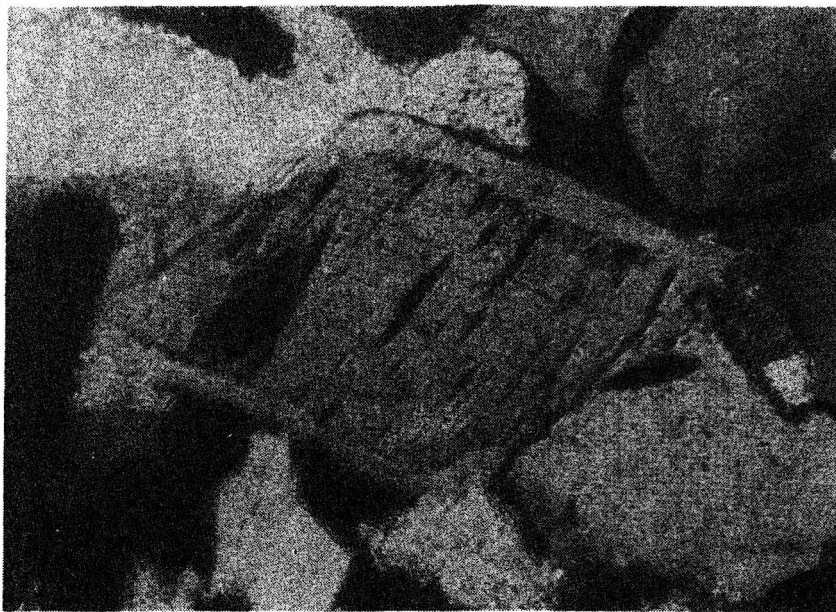


Fig. 5



### TABLICA III

Fig. 6. Mikroklin o budowie kratkowej z obwódką regeneracyjną, skorodowaną przez alkalia. W obwódce fragmenty ścian o wykształceniu idiomorficznym. Próbka nr 24, głębokość 616,0 m; nikole skrzyżowane, pow. 300 ×

Microcline revealing lattice structure, with regeneration rim corroded by alkali solutions. In the rim are seen fragments of faces developed idiomorphically. Sample No. 24; depth 616,0 m; crossed nicols, enl. × 300

Fig. 7. Mikroklin zblźniaczony polisyntetycznie; wokół ziarna obwódką ze śladami idiomorfizmu. Próbka nr 26, głębokość 618,0 m; nikole skrzyżowane, pow. 300 ×

Polysynthetically twinned microcline; around the grain is a rim with traces of idiomorphism. Sample No. 26; depth 618,0 m; crossed nicols, enl. × 300

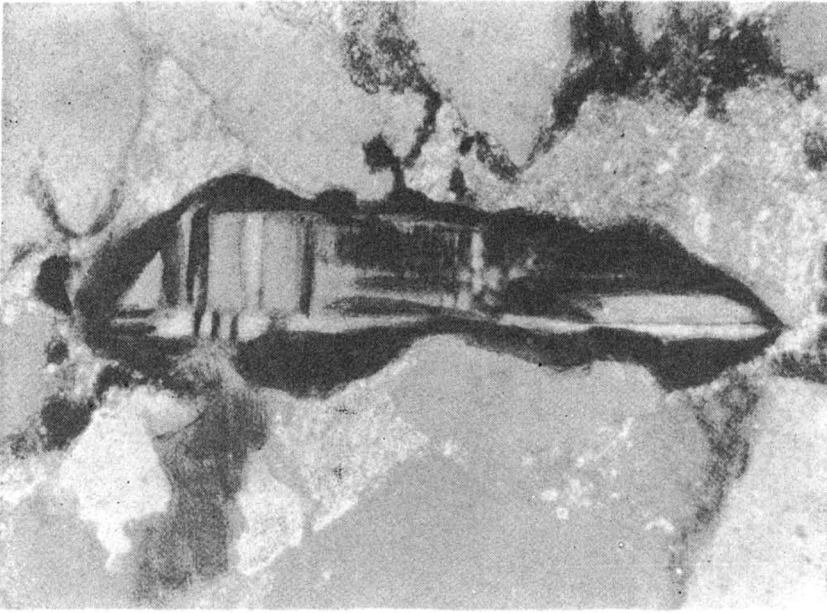


Fig. 6

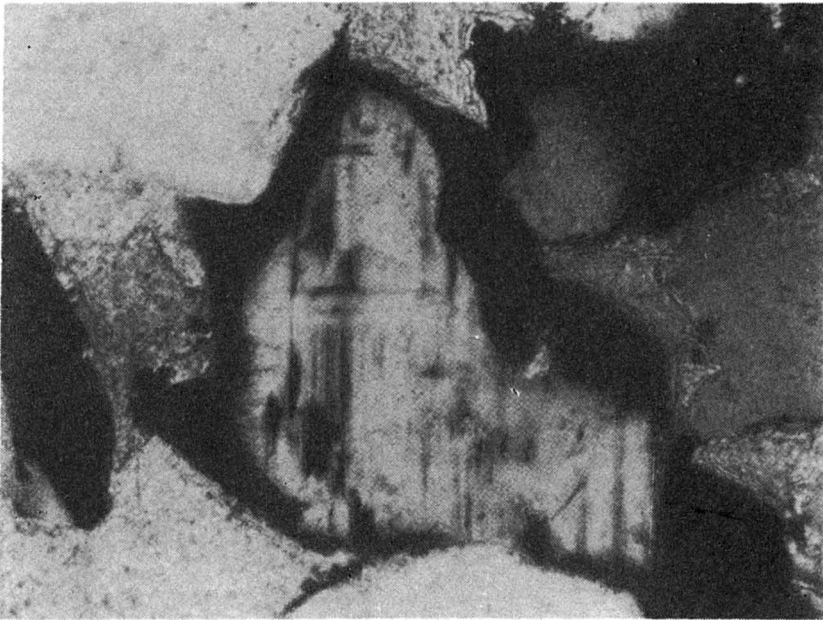


Fig. 7