ROCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA GEOLOGICZNEGO
ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE POLOGNE

Tom (Volume) XXIX — 1959 Zeszyt (Fascicule) 1 Kraków 1959

WOJCIECH NARĘBSKI

O GENEZIE I PRZEMIANACH POSEDYMENTACYJNYCH ZŁOŻA GIPSOWO-ANHYDRYTOWEGO W NOWYM LĄDZIE (DOLNY ŚLĄSK)

(tabl. IV — VII i 3 fig.)

О ГЕНЕЗИСЕ И ПОСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ ГИПСО-АНГИДРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВЫ ЛЬОНД (НИЖНЯЯ СИЛЕЗИЯ. ПОЛЬША).

(Табл. IV — VII и 3 фиг.)

On the genesis and postsedimentary changes of the gypsum-anhydrite of Nowy Ląd (Lower Silesia)

(Pl. IV — VII and 3 fig.)

S t r e s z c z e n i e. Przeprowadzono badania petrograficzne próbek skał gipsowych i anhydrytowych z czterech wybranych otworów wiertniczych na terenie złoża w Nowym Lądzie. Potwierdziły one opartą na wynikach badań geologicznych tezę R. N i e l u b o w i c z a o pierwotnie anhydrytowym charakterze złoża. Stwierdzono ponadto, że podczas gipsyfikacji spągowej strefy kompleksu przypuszczalnie występowało metasomatyczne rozżeranie przez wody gipsowe podścielających złoże skał dolomityczno-ilastych z przekształceniem zawartego w nich dolomitu w kalcyt. Przedyskutowano również zagadnienie genetycznej kolejności tworzenia się mikrostruktur w skałach tego typu.

WSTĘP

Złoże gipsowo-anhydrytowe Nowy Ląd leży w południowo-zachodniej części synkliny Lwówka, stanowiącej części niecki północno-sudeckiej, która wypełniona jest osadami permskimi, triasowymi i górnokredowymi.

Jak wykazały badania geologiczne R. N i e l u b o w i c z a (1958), w rejonie złoża pod aluwium i dyluwium występuje pstry piaskowiec, a leżące niżej osady górnego cechsztynu, pokrywające skały siarczanowe, złożone są z pstrych ceglastoczekoladowych iłołupków z wkładkami kredowych dolomitów (fig. 1). Niżej, bezpośrednio nad złożem, zalegają

ciemne łupki z żyłkami włóknistego gipsu. Sam kompleks gipsowo-anhydrytowy ma kształt zbliżony do wielkiej soczewy, wyklinowującej się stopniowo i nachylonej pod kątem około 25 ° w kierunku NE. Jej maksymalna miąższość wynosi około 65 m. Zewnętrzne strefy soczewy zbudowane są z gipsu, przy czym strefa uwodnienia utworu stopniowo cienieje po upadzie, co związane jest wyraźnie z jej zapadaniem pod skały nie przepuszczające wody. Wewnętrzna część soczewy jest natomiast złożona z anhydrytu. Kompleks siarczanowy podścielają analogiczne jak w stropie ciemne łupki z włóknistym gipsem oraz leżące pod nimi ceglastoczekoladowe łupki ilastowęglanowe.

Zdaniem R. Nielubowicza (1958) opisywane złoże anhydrytowo-gipsowe jest produktem sedymentacji przybrzeżnej, płytkiej części cechsztyńskiej zatoki Lwówka w warunkach gorącego klimatu. W tej nasyconej solami, przegrzanej i bardzo intensywnie parującej strefie krystalizacja mogła przebiegać nawet w całym pionowym przekroju warstwy wodnej, a silne prądy konwekcyjne musiały donosić do niej coraz to nowe porcje chłodniejszych wód głębinowych nasyconych siarczanami. Gorący klimat i wysokie stężenie soli magnezowych w wodzie morskiej (czego dowodem jest dolomityczny charakter skał towarzyszących) spowodowały, zdaniem R. Nielubowicza, wytrącanie się

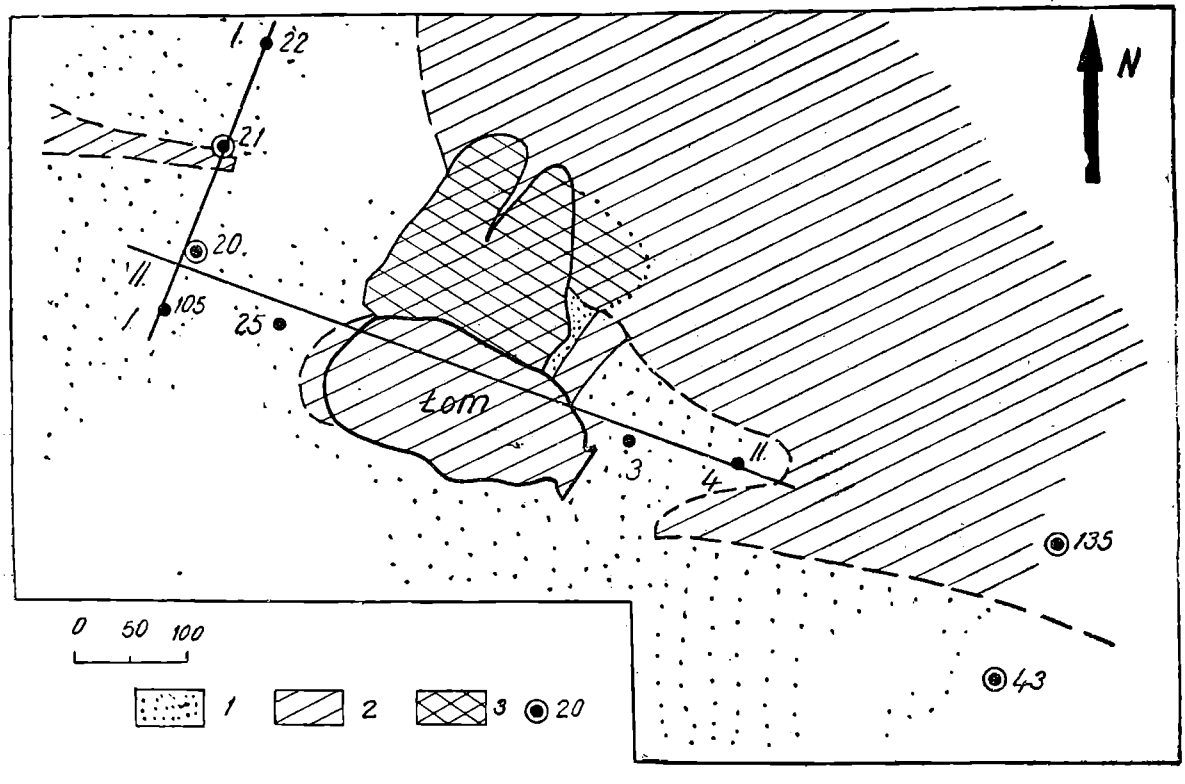


Fig. 1. Schematyczna mapa geologiczna rejonu łomu w Nowym Lądzie (wg. R. Nielubowicza). 1 — dyluwium; 2 — górny cechsztyn; 3 — hałdy; 4 — otwory wiertnicze zbadane petrograficznie; I I, II II — profile geologiczne (patrz fig. 2)

Фиг. 1. Схематическая геологическая карта района месторождения Новы Льонд (по Нелюбовичу). 1 — дилювиальные отношения; 2 — верхний цехштейн; 3 — отвалы; 4 — петрографически исследованные буровые скважины; I I, II II — геологические разрезы (см. фиг. 2)

siarczanu wapnia w formie anhydrytu. Wszelkie bowiem przesłanki geologiczne przemawiają za tym, że złoże zbudowane było pierwotnie wyłącznie z anhydrytu.

Przeprowadzone badania petrograficzne miały na celu poznanie zmienności struktur i tekstur omawianych skał w kilku charakterystycznych profilach złoża i wyciągnięcie na tej podstawie wniosków w odniesieniu do genezy i przemian posedymentacyjnych skał gipsowo-anhydrytowych z Nowego Lądu.

Jak wiemy, chemiczne osady solne stanowią układy o charakterze chwiejnym, które przy niewielkich nawet zmianach warunków fizyczno-chemicznych środowiska ulegają daleko idącym przemianom chemicznym i strukturalnym. W związku z tym tylko wyjątkowo spotyka się w przyrodzie pelitomorficzne, drobnoziarniste osady pierwotne. Z reguły ujawniają one pod mikroskopem duże niekiedy bogactwo struktur wtórnych, powstałych w wyniku takich procesów posedymentacyjnych jak rekrystalizacja pod ciśnieniem w stanie stałym, uwodnienie lub dehydratacja, krystalizacja zbiorcza z wytworzeniem porfiroblastów, przemiany metasomatyczne itd. Przekształcone w ten sposób osady solne dzięki wyjątkowo łatwo zachodzącym w nich procesom krystaloblastezy posiadają struktury bardzo zbliżone do krzemianowych skał metamorficznych. Dlatego zgodnie z propozycją F. Rinnego (1914) przyjęto dla ich charakterystyki strukturalnej terminologię ustaloną uprzednio dla skał metamorficznych (W. Noll 1934, M. F. Wikułowa, E. F. Razumowskaja i in. 1948, K. N. Andrianowskaja 1956, W. M. Bundy 1956).

OPIS PETROGRAFICZNY SKAŁ

Opisywane złoże anhydrytowo-gipsowe cechuje dosyć znaczna zmienność strukturalna związana z procesami wtórnymi, jakie zachodziły w różnych poziomach utworu. Celem ustalenia istoty wspomnianych procesów, dla których poznania konieczne są obok obserwacji geologicznych dane petrograficzne, przeprowadzono badania optyczno-mikroskopowe dwudziestu najbardziej charakterystycznych próbek, pobranych z czterech otworów wiertniczych. Wybrane otwory usytuowane były po obu stronach odkrywki eksploatacyjnej, po dwa z każdej strony — nr 20 i 21 na NW od odkrywki, a nr 43 i 135 na ES od niej (fig. 2). Ponieważ charakter mineralogiczny i petrograficzny skał z obu tych par otworów nawierconych po upadzie złoża (jeden w pobliżu wychodni złoża, drugi 200 — 250 m po linii upadu) wykazuje pewne różnice, zostaną one omówione oddzielnie.

Otwór wiertniczy nr 43

Otwór ten przebił najcieńszą partię złoża w pobliżu jego wychodni. Przeprowadzono badania mikroskopowe pięciu płytek cienkich wykonanych z próbek pobranych z różnych głębokości od 4,50 m do 19,40 m. Wykazały one, że chociaż siarczan wapnia występuje w tej części złoża wyłącznie w uwodnionej formie gipsu, to nawet na tak niewielkiej róż-

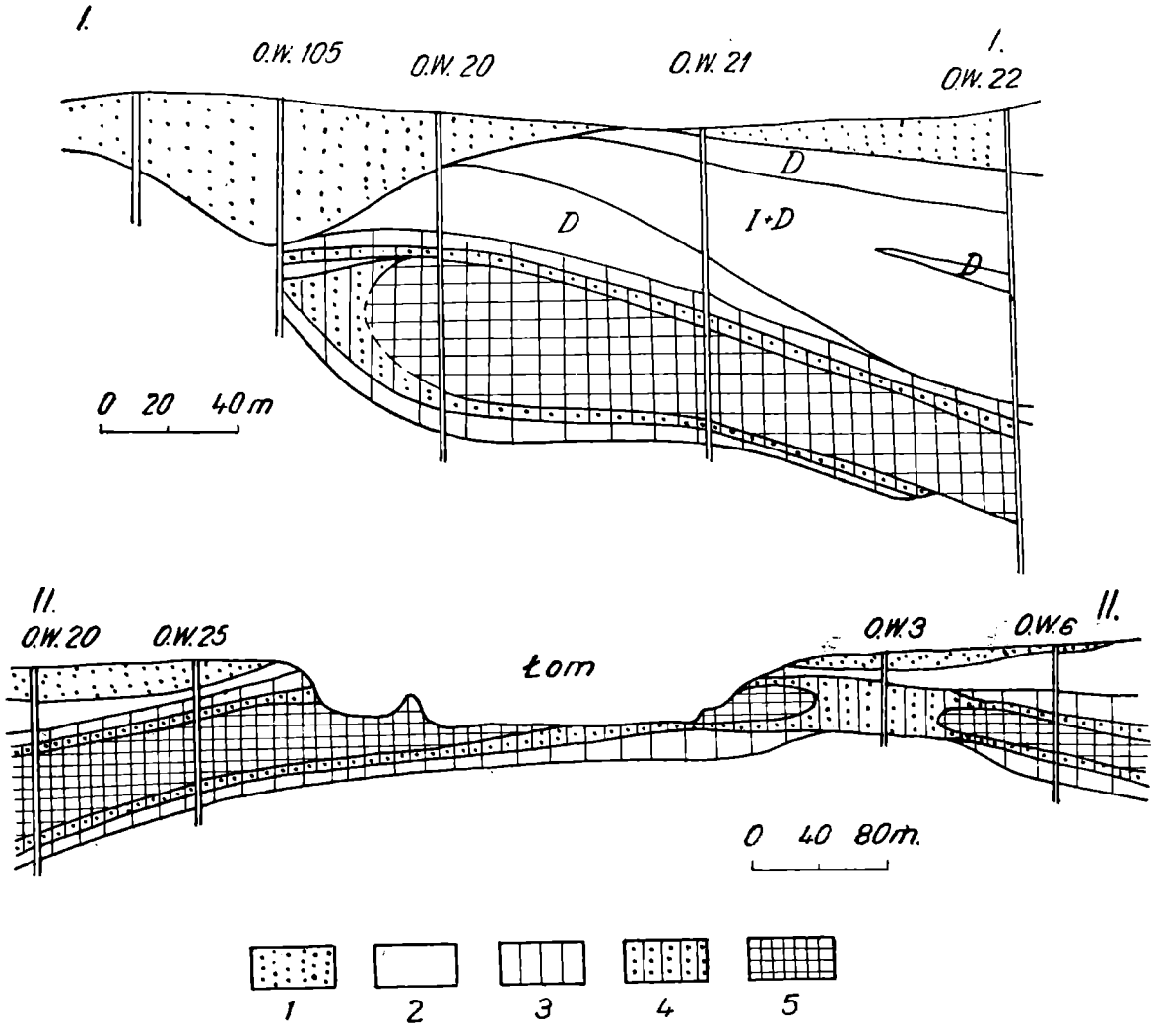


Fig. 2. Profile geologiczne przez złoże w Nowym Lądzie (wg R. Nielubowicza). I I — profil po upadzie; II II — profil po rozciągłości; 1 — dyluwium; 2 — górny cechsztyn (D — dolomit, I — iłołupek); 3 — górny cechsztyn — ciemny łupek z włóknistym gipsem; 4 — górny cechsztyn — gips; 5 — górny cechsztyn — anhydryt; o. w. — otwory wiertnicze

Фиг. 2. Геологические разрезы месторождения Новы Льонд (по Нелюбовичу). I I — разрез по падению слоев; II II — разрез по простиранию слоев; 1 — диллювиальные отложения; 2 — верхний цехштейн (D — доломит, I — сланец), 3 — верхний цехштейн — сланцы с волокнистым гипсом; 4 — верхний цехштейн — гипс; 5 — верхний цехштейн — ангидрит; o. w. — буровые скважины.

nicy poziomów stwierdza się wyraźną zmienność struktury i składu skały. Krótki opis petrograficzny zbadanych preparatów z tego otworu przedstawia się następująco:

Głębokość 4,50 m. Monomineralna, średnioziarnista (0,1 — 0,3 mm) skała gipsowa o zmiennej strukturze mozaikowej (granoblastycznej) i nematoblastycznej. W niektórych miejscach wskutek kierunkowego układania się lekko wydłużonych ziarn gipsu zaznacza się lekko fałdkowa tekstura łupkowata. Widocznie są też bardzo nieliczne i niewielkie kse-

nomorficzne porfiroblasty. Domieszki, których zawartość nie przekracza 2 — 3%, to substancja ilasta i nierównomiernie rozmieszczona, silnie dwójłomne skupienia węglanu.

Głębokość 7,40 m. Skała posiada tu strukturę porfiroblastyczną, a łupkowatość jest już znacznie słabiej wyrażona. Tło skalne podobne jak poprzednio. Porfiroblastami są osobniki gipsu o postrzępionych konturach, zawierające liczne reliktowe ziarna anhydrytu (Tabl. IV, fig. 1). Skupienia żółtawobrunatnawej substancji węglanowo-marglistej są znacznie częstsze niż poprzednio (ok. 5%).

Głębokość 14,0 m. Struktura zbliżona do opisanej poprzednio z tym, że tło skalne złożone jest tu z drobno i średnio-ziarnistych (0,05 — 0,3 mm) przeważnie wydłużonych ziarn gipsu, ułożonych na ogół bezkierunkowo. Skała obfituje w ksenomorficzne porfiroblasty gipsu z wrostkami anhydrytu. Substancji węglanowej mniej niż poprzednio (ok. 2%).

Głębokość 15,50 m do 19,40 m. Pochodzą stąd dwa ostatnie preparaty. Obserwuje się w nich znaczny wzrost ilości żółtawobrunatnej substancji węglanowej, której zawartość, począwszy od około 20% (głęb. 15,40 m) dochodzi do około 40 — 50% (głęb. 19,40 m). Wskutek tego skała ma w swej partii spągowej charakter gipsowo-węglanowy.

Celem ścisłego ustalenia natury mineralogicznej węglanu przeprowadzono badania immersyjne i barwienie za pomocą 1M roztworu azotanu miedzi oraz wykonano analizę termiczną różnicową (fig. 3) próbki z głębokości 19,40 m.

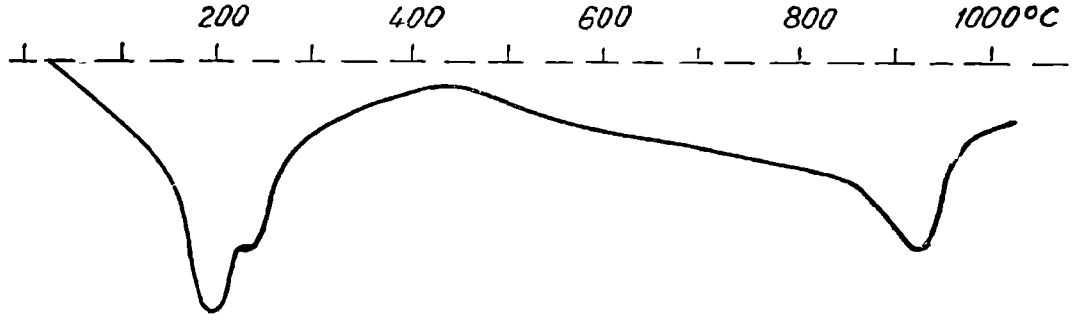


Fig. 3. Krzywa termiczna różnicowa próbki z głęb. 19,40 m, z otworu wiertniczego nr 43

Фиг. 3. Дифференциальная кривая нагревания образца из буровой скважины Нр. 43 глуб. 19,40 м.

Jak wykazały te badania, substancja węglanowa występująca w paragenezie z gipsem jest kalcytem. Interesujące są również cechy strukturalne tej skały. Substancja gipsowa jest tu nieco drobniej ziarnista i wykazuje wyraźną teksturę fałdkowo-potokową (tabl. IV, fig. 2a). Należy podkreślić, że, jak wykazały badania eksperymentalne D. Griggsa (1940), zjawisko „płynięcia" skały gipsowej (recrystallisation flow) zachodzi jedynie podczas rekrystalizacji wobec nasyconych roztworów i przebiega dosyć szybko. Anhydrytu brak tu zupełnie. W palczastych porfiroblastach gipsowych występują wyłącznie euhedralne wrostki tego

samego minerału. Trzeba zaznaczyć, że w płytce cienkiej preparatu z głębokości 19,40 m obserwuje się wyraźny zanik elementów węglanowych na korzyść gipsu (tabl. IV, fig. 2b). Charakterystyczna jest obecność w marglistym wapieniu paciorkowatych skupisk ziarenek pirytu, które urywają się na szczelinach wypełnionych przez wykrystalizowane prostopadle do ich ścianek pręcikowate osobniki gipsu. W masie gipsowej natomiast spotyka się miejscami smugi limonityczne powstałe prawdopodobnie wskutek rozkładu siarczku żelaza. Brak pirytu w masie gipsowej złożonej na ogół z wydłużonych, fałdkowo ułożonych kryształów, jest dowodem nierównoczesnego powstania węglanu i siarczanu, których tworzenie się musiało przebiegać w odmiennych warunkach fizyczno-chemicznych.

Dalsze pięć zbadanych próbek pochodzi z otworu 135, odwierconego w odległości około 250 m od otworu 43 w kierunku upadu złoża. Oto ich krótki opis petrograficzny.

Głębokość 62,20 m. Monomineralna skała gipsowa o typowej strukturze porfiroblastycznej. Na tle średniokrystalicznej (0,05 — 0,3 mm) masy skalnej widoczne są znacznie większe (1 — 3 mm) nieregularne ziarna gipsu zawierające euhedralne wrostki tego samego minerału (tabl. V, fig. 1). Tekstura skały, chociaż miejscami nie uporządkowana, odznacza się na ogół kierunkowym ułożeniem wydłużonych ziarn masy skalnej. Anhydrytu brak zupełnie. Domieszki ilastej jest bardzo niewiele.

Głębokość 70,0 m. Również monomineralna skała gipsowa odznaczająca się jednak nierównomiernie ziarnistą strukturą nematoblastyczną (tabl. V, fig. 2). Silnie wydłużone osobniki gipsu ułożone są wyraźnie kierunkowo. Miejscami struktura ta jednak zanika i pojawiają się skupienia bardziej izometrycznie wykształconych osobników gipsu lub promieniste agregaty drobnych, silnie wydłużonych ziarn tego minerału. Domieszki węglanowo-ilastej występującej w postaci drobnych grudek jest tu niewiele (do 2%).

Głębokość 74,0 m. Skała anhydrytowa o strukturze porfiroblastycznej i teksturze nieuporządkowanej. Na tle drobnokrystalicznej masy z mniej więcej izometrycznych ziarn anhydrytu (0,02 — 0,05 mm) występują w niej skupienia znacznie większych, silnie dwójłomnych, anhedralnych osobników tego minerału o wyraźnej siatce łupliwości (tabl. VI, fig. 1). Porfiroblasty te, będące produktem krystalizacji zbiorczej pod ciśnieniem, tworzą często skupienia wachlarzowate, w których spotyka się niekiedy małe, wydłużone osobniki gipsu wyróżniające się niskimi współczynnikami załamania i dwójłomnością oraz ukośnym znikaniem światła.

Głębokość 77,50 m. Drobnoziarnista skała anhydrytowa wyraźnie uboższa w nieco mniejsze w porównaniu z poprzednim preparatem porfiroblasty tego minerału. Godne uwagi jest pojawienie się żółtawej substancji węglanowej występującej w postaci nieregularnie rozmieszczonych skupień zajmujących około 5% powierzchni preparatu. Bardzo charakterystyczne jest przy tym wyraźne zbielenie peryferycznych stref tych skupień oraz pojawienie się w ich sąsiedztwie nowego elementu — porfiroblastów gipsu zawierających wrostki reliktowego an-

hydrytu. Zjawisko to przemawia za związkiem hydratacji utworu z ługowaniem domieszki węglanowej.

Głębokość 81,0 m. Spągowa partia złoża ma tu charakter monomineralnej skały gipsowej wykazującej cechy struktur porfiro- i pojkilo-blastycznej. Duże, ksenomorficzne porfiroblasty gipsu zawierają euhedralne wrostki tego minerału (tabl. VI. fig. 2). Otoczone są one fałdkowo ułożonym tłem skalnym, składającym się z wydłużonych osobników gipsu. Godna uwagi jest obecność niewielkiej ilości wybielonej substancji węglanowej, występującej w postaci postrzępionych reliktów zazwyczaj wewnątrz porfiroblastów gipsowych.

Badaniom petrograficznym poddano również próbki rdzeni pobranych z otworów nr 20 i 21 odwierconych na WN od łomu również po upadzie złoża, a więc usytuowanych mniej więcej równolegle do opisanych otworów nr 43 i 135 (fig. 1 i 2). Ponieważ typowe struktury i tekstury skał złoża zostały już uprzednio dokładnie omówione, podam tu jedynie skrócone zestawienie podstawowych charakterystyk petrograficznych skał z otworów nr 20 i 21.

Otwór 20

Głębokość 48,50 m. Skała gipsowa o strukturze porfiroblastycznej i teksturze potokowej. W porfiroblastach o konturach palczastych częste relikty anhydrytu.

Głębokość 57,0 m. Skała anhydrytowa o strukturze porfiroblastycznej i granoblastycznej budowie tła skalnego. Porfiroblasty anhydrytu ułożone są często odśrodkowo-promieniście.

Głębokość 77,0 m. Skała anhydrytowa z minimalną domieszką gipsu, zawierająca ponadto 5 — 8% $CaCO_3$. Struktura porfiroblastyczna. Tekstura warstwowa, dosyć słabo zaznaczona. Charakterystyczne pojawienie się nieregularnych, jakby rozjadających i rozpychających anhydryt osobników gipsu, zawierających wrostki anhydrytu (tab. VII fig. 1).

Głębokość 82,0 m. Skała anhydrytowa o strukturze porfiroblastycznej i słabo zaznaczonej teksturze warstwowej. Węglanu wapnia 2 — 3%. Wyraźny wzrost zawartości gipsu w formie coraz większych porfiroblastów z pojkilimatami anhydrytu.

Głębokość 95,30 m. Skała anhydrytowa z niewielką domieszką $CaCO_3$ (3 — 5%) i wciąż wzrastającej zawartości gipsu. Wśród coraz liczniejszych porfiroblastów gipsowych z wzrostkami anhydrytu pojawiają się osobniki o zarysach euhedralnych. Obok rozłożonych ziarn węglanu widoczne smugi limonityczne.

Otwór 21

Głębokość 63,0 m. Skała gipsowa z domieszką iłu o strukturze nematoblastycznej i miejscami warstwowej, miejscami zaś bezładnej teksturze (tab. VII fig. 2). Tekstura warstwowa zanika z reguły w miejscach wzbogaconych w substancję ilastą.

Głębokość 78,50 m. Skała anhydrytowa o strukturze porfirobla-

stycznej i teksturze bezkierunkowej. Porfiroblasty anhydrytu występują grupami. Preparat przecina żyłka wtórnego gipsu.

Głębokość 88,0 m. Skała anhydrytowa z minimalną domieszką gipsu i kalcytu. Struktura porfiroblastyczna, tekstura bezkierunkowa. Godne uwagi sporadyczne pojawianie się dużych ziarn gipsu z pojkilimatami anhydrytu.

Głębokość 97,0 m. Skała anhydrytowa o strukturze porfiroblastycznej i teksturze warstwowej. Domieszki kalcytowej nieco więcej (6 — 8%). Wyraźny wzrost zawartości gipsu, przejawiający się w wybitnej przewadze porfiroblastów tego minerału z wrostkami anhydrytu nad porfiroblastami tego ostatniego.

Głębokość 102,50 m. Skała anhydrytowa, zawierająca 2 — 4% kalcytu i odznaczająca się dalszym wyraźnym wzrostem ilości gipsu. Struktura skały porfiroblastyczna, tekstura warstwowa. Zwraca uwagę fakt, że niemal euhedralne porfiroblasty gipsu z wrostkami anhydrytu osiągają wielkość 2 — 3 mm, gdy natomiast nieliczne porfiroblasty anhydrytowe mają wymiary parokrotnie mniejsze (do 1 mm).

Należy dodać, że, jak wynika z przeprowadzonych wierceń, wszędzie, a więc i w opisanych wyżej otworach nr 20 i 21 pod anhydrytem zalega spągowy poziom gipsowy, który reprezentuje zbadana petrograficznie próbka z otw. 135 (głęb. 81 m).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Przeprowadzone badania petrograficzne dostarczyły wiele danych co do przemian posedymentacyjnych skał gipsowo-anhydrytowych z Nowego Lądu. Pozwalają one również na wyciągnięcie pewnych wniosków na temat genezy i pierwotnej natury mineralnej omawianego złoża.

Problem genezy cechsztyńskich złóż anhydrytowych był ostatnio opracowany w obszernej monografii H. Borcherta i E. Beiera (1953). Należy zaznaczyć, że autorzy ci opierają swoje wywody na własnych badaniach petrograficznych pseudomorfoz w tzw. anhydrycie pegmatytowym z kilku złóż niemieckich oraz na wynikach prac doświadczalnych nad układem $CaSO_4$ — H_2O T. Toriumi i R. Hara (1938) oraz E. Posnjaka (1938, 1940). Zdaniem H. Borcherta i E. Beiera jeżeli nie wszystkie, to przynajmniej większość oceanicznych złóż anhydrytowych wieku permskiego powstało w wyniku sedymentacji drobnokrystalicznego gipsu, który po strukturalnych przemianach diagenetycznych uległ następnie w podwyższonej temperaturze i pod ciśnieniem parusetmetrowego nadkładu powolnej metamorfozie w skałę anhydrytową. Uwolniona podczas tego procesu woda wędrując ku powierzchni wywołać miała poważne zmiany jakościowe i znaczne niekiedy przemieszczenia towarzyszących anhydrytom rozpuszczalnych skał solnych.

Jest rzeczą interesującą, że również W. M. Bundy (1956) nie mając na to, jak sam pisze, żadnych konkretnych dowodów petrograficznych skłania się do poglądu o pierwotnie gipsowym charakterze badanego przez niego złoża anhydrytowego ze stanu Indiana (USA). Opiera się on przy tym również głównie na wynikach doświadczeń E. Posnjaka, które wykazały, że przy braku zarodków anhydrytowych gips jako faza meta-

stabilna wytrąca się aż do temperatury 95 °C chociaż teoretycznie już od około 30 °C powinien wydzielać się anhydryt. Trzeba podkreślić, że żaden z cytowanych badaczy nie uwzględniał wpływu ubocznych składników, a szczególnie jonów magnezu na układ gips-anhydryt.

Abstrahując od przesłanek geologicznych, omówionych w pracy R. Nielubowicza (1958) wszystkie dane petrograficzne przemawiają za tym, że w naszym konkretnym przypadku, bardzo zresztą różnym od opisanych przez wyżej wymienionych autorów, złoże miało pierwotnie charakter czysto anhydrytowy. Przeprowadzone obserwacje mikroskopowe pozwoliły również na głębszy wgląd w istotę procesu gipsyfikacji stropowej i spągowej części złoża.

Najważniejsze fakty zebrane w toku opracowywania materiału oraz wynikłe z nich wnioski streścić można w następujących punktach:

1. Najbardziej pierwotny, drobnokrystaliczny charakter osadu chemicznego posiadają anhydryty w poziomach mniej więcej równo oddalonych od stropu i spągu złoża. Z procesów wtórnych obserwujemy w anhydrytach jedynie tworzenie się porfiroblastów tego samego minerału w wyniku krystalizacji zbiorczej pod ciśnieniem warstw nadległych.

2. W miarę zbliżania się do spągowego poziomu gipsowego wśród masy anhydrytowej pojawiają się we wszystkich zbadanych otworach bardzo charakterystyczne, początkowo ksenomorficzne porfiroblasty gipsu wypełnione wrostkami anhydrytu o identycznych wymiarach jak ziarna tego minerału w otaczającej masie skalnej. Im bliżej strefy całkowitego uwodnienia utworu, tym więcej porfiroblastów gipsu, które zyskują przy tym stopniowo na wielkości i przybierają kontury euhedralne.

O tworzeniu się takich „porfirowych kryształów gipsu" podczas uwadniania anhydrytu wspomina H. R. Gaertner (1932 str. 685 — 86). Zdaniem W. M. Bundy (1956 str. 242) porfiroblasty powstają w wyniku zjawiska przebudowy struktury, zachodzącego w miejscach, gdzie ustało lub osłabiło się działanie stressu. Charakterystyczne jest również równoczesne pojawianie się nielicznych co prawda i cienkich żyłek gipsowych przecinających skałę anhydrytową w pobliżu strefy kontaktowej. Wydaje się przeto, że proces gipsyfikacji anhydrytu przez wody gruntowe postępował zgodnie z poglądami H. R. Gaertnera (1932 str. 678 — 679) i M. I. Goldmana (1952 str. 10) głównie przez powolną dyfuzję intergranularną (porfiroblasty) oraz w znacznie mniejszym stopniu wzdłuż spękań kompleksu anhydrytowego (żyły).

3. Proces hydratacji anhydrytu nie wyczerpuje jednak całokształtu zjawisk związanych z gipsyfikacją brzeżnych stref kompleksu anhydrytowego. O ile w przekształceniu w gips strefy stropowej, gdzie dzięki niewielkiemu stosunkowo nadkładowi istniała możliwość powiększenia się zhydratyzowanej części utworu o 60%, nie obserwujemy przejawów żadnych specjalnych dodatkowych przemian geochemicznych złoża poza uwadnianiem, o tyle w partii spągowej zachodziły niewątpliwie procesy metasomatyczne. Świadczą o tym relikty wyraźnie nadgryzionej przez roztwory, wybielonej na peryferiach, marglistej substancji węglanowej oraz smugi limonityczne w wolnym zazwyczaj od połączeń żelaza gipsie, będące najprawdopodobniej produktami utlenienia stwierdzonego w reliktach węglowych pirytu. Wydaje się przeto nie ulegać wątpliwości,

że hydratacji dolnej części kompleksu anhydrytowego towarzyszył proces matasomatycznego wżerania się roztworów gipsowych w spągowe skały ilasto-węglanowe.

Na szczególne podkreślenie zasługuje fakt, że w paragenezie z siarczanami wapnia występuje w zbadanych próbkach nie dolomit, lecz kalcyt. Zjawisko to, stojące w pozornej sprzeczności ze stwierdzonym przez badania geologiczne dolomitycznym na ogół charakterem skał towarzyszących gipso-anhydrytom, wymaga dokładniejszego omówienia. Badania O. K. Janatjewej (1955) nad działaniem wodnych roztworów gipsowych na dolomit wykazały, że o ile przy ciśnieniu parcjalnym dwutlenku węgla, wynoszącym około 1 atm, dolomit rozpuszcza się kongruencyjnie, o tyle przy znacznie obniżonym p_{CO_2} (0,0012 atm — normalne powietrze w laboratorium) rozpuszczalność tej soli podwójnej ma charakter niekongruencyjny. Następuje uwolnienie z sieci dolomitowej magnezu i jego podstawienie przez wapń:

$$CaCO_3 \cdot MgCO_3 + CaSO_4 = CaCO_3 \cdot CaCO_3 + MgSO_4.$$

W ten sposób można by wyjaśnić rzadko spotykaną paragenezę gips + + kalcyt, szczególnie zastanawiającą wobec dolomitycznego charakteru skał towarzyszących kompleksowi siarczanowemu. Ze względu jednak na względnie ograniczony materiał faktyczny oraz brak dowodów na pojawienie się w środowisku epsomitu (może ze względu na znaczną jego rozpuszczalność) powyższa interpretacja tego interesującego zjawiska ma na razie charakter hipotezy. Warto przy tym podkreślić, że przy tego rodzaju tłumaczeniu stwierdzonych faktów zrozumiałe staje się spostrzeżenie W. M. Bundy (1956 str. 245), iż gipsyfikacja przebiega najłatwiej wzdłuż kontaktu ewaporytów ze skałami węglanowymi.

Na zakończenie należy jeszcze rozpatrzyć poruszone ostatnio przez K. N. Andrianowską (1956) zagadnienie genetycznej kolejności tworzenia się mikrostruktur w skałach gipsowo-anhydrytowych. Jak się okazuje, w naszym konkretnym przypadku ilość członów szeregu przemian strukturalnych jest nieco mniejsza niż w schemacie opracowanym przez tę autorkę. Musimy jednak pamiętać o tym, że K. N. Andrianowska opracowała swój schemat na podstawie badań przeprowadzonych nad utworami czapy gipsowej Inderskiego egzematu solnego, gdzie w związku z bardziej urozmaiconą tektoniką istnieją większe możliwości przemian posedymentacyjnych skał solnych niż w złożu in situ. Trzeba również uwzględnić i to, że autor niniejszego opracowania rozporządzał stosunkowo skromnym materiałem szlifowym.

Schemat kolejnych przekształceń mikrostruktur skał złoża nowolądeckiego przedstawia się na podstawie przeprowadzonych obserwacji następująco:

Skład skały i struktura	Uwagi
Skała anhydrytowa Struktura pelitomorficzna	Hipotetyczna struktura pierwotna

Skała anhydrytowa Struktura porfiroblastyczna	Porfiroblasty wyłącznie anhydrytowe
Skała anhydrytowo-gipsowa Struktura porfiroblastyczna	Porfiroblasty anhydrytowe i gipsowe (te ostatnie z wrostkami anhydrytu)
Skała gipsowa Struktura porfiroblastyczna A	Anhedralne porfiroblasty gipsowe z wrostkami anhydrytu
Skała gipsowa Struktura porfiroblastyczna B	Anhedralne porfiroblasty gipsowe z wrostkami euhedralnego gipsu
Skała gipsowa Struktura nematoblastyczna	

W porównaniu ze schematem K. N. Andrianowskiej rzuca się w oczy brak kilku stadiów pośrednich, których w toku badań nie stwierdzono. Nie ma np. zupełnie struktur odśrodkowo-promienistych i im pokrewnych. Bardzo charakterystyczny dla zbadanego złoża jest natomiast wybitny rozwój różnego rodzaju struktur porfiroblastycznych. Godne podkreślenia jest również ubóstwo struktur skał anhydrytowych i względne urozmaicenie budowy mikroskopowej skał gipsowych, co jest najprawdopodobniej związane ze stwierdzonym w wyniku badań pierwotnie anhydrytowym charakterem złoża.

Kończąc pragnę wyrazić głęboką wdzięczność prof. drowi A. Gawłowi za cenne wskazówki w toku wykonywania niniejszej pracy.

Katedra Mineralogii i Petrografii
Uniwersytetu Jagiellońskiego

WYKAZ LITERATURY
ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Andrianowskaja K. N. (1956), O gienieticzeskoj posledowatielnosti obrazowanija mikrostruktur w angidritowych i gipsowych porodach na primierie Indierskogo solanogo podniatija. Mat. po litołogii. *Mat. WSEGEI,* Now. ser, wyp. 1, str. 100 — 115.
2. Borchert H., Beier E. (1953), Zur Metamorphose ozeaner Gipsablagerungen. *Neues Jb. Min. Abh.* 86 (1), str. 103 — 154.
3. Bundy W. M. (1956), Petrology of Gypsum-Anhydrite Deposits in south-western Indiana. *Jour. Sed. Petr.* 26 (3), str. 240 — 252.

4. Griggs D. (1940). Experimental flow of rocks under conditions favoring recrystalisation *Bull. Geol. Soc. Am.* 51, str. 1001 — 1022.
5. Goertner H. R. (1932), Petrographie und paläogeographische Stellung der Gipse vom Südrande des Harzes, *Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst.* 53, str. 655 do 694.
6. Goldman M. I. (1952), Deformation, matamorphism and mineralisation in Gypsum-Anhydrite Cap Rock Sulphur Salt Dome Louisiana. *Geol. Soc. America Memoir* 50.
7. Janatjeva O. K. (1955), Diejstwije na dołomit wodnych rastworow gipsa w prisutstwii uglekisłoty. *DAN ZSRR* 101 (5), str. 911 — 912.
8. Macdonald Gordon J. F. (1953), Anhydrite-Gypsum equilibrium relations. *Am. Jour. Sci.* 251, str. 884 — 898.
9. Nielubowicz R. & Narębski W. (1958), Geologia i petrografia złoża gipsowo-anhydrytowego w Nowym Lądzie (Dolny Śląsk). *Cement, Wapno, Gips* 14/23 nr 7 — 8, str. 171 — 178.
10. Noll W. (1934), Zur Genesis porphyrischer Struktur in Gipsgesteinen. *Chemie d. Erde* 9 (1), str. 1 — 21.
11. Połowinkina J. Ł., Wikułowa M. F., Razumowskaja i. in. (1948). Struktury gornych porod, 2, Osadocznyje porody, str. 28 — 32.
12. Posnjak E. (1938), The system $CaSO_4$. *Am Jour. Sci* 5-th ser., 35 A str. 247 do 272.
13. Posnjak E. (1940), Deposition of Calcium Sulphate from sea water, *Am. Jour. Sci* 238, str. 559 — 568.
14. Rinne F. (1914), Ein Vergleich der Metamorphose von Salzen und von Silikatgesteinen. *Jahresb. Niedersachs. Geol. Verein* 44.
15. Toriumi T. & Hara R. (1948). On the transition point of Calcium sulphate in water and concentrated sea water. *Technol. Rep.* 12,72. Tokoku Imper. Univ. Sendei, Japan.

РЕЗЮМЕ

Месторождение Новый Льонд находится в пределах небольшой Львовецкой синклины, принадлежащей к северно-судетской мульде. Она выполнена осадками пермского, триасового и мелового возраста.

Как показывали исследования Р. Нелюбовича (1958) в районе месторождения, осадки верхнего перми (цехштейн) состоят из пестрых кирпично-шоколадных илов и сланцев с многочисленными доломитными линзами, которые проходят иногда в твердые, серые доломитные породы. Ниже, непосредственно над гипсо-ангидритовым комплексом залегают темные сланцы, содержащие прожилки волокнистого гипса.

Гипсо-ангидритовый комплекс имеет приблизительно линзовидное очертание (фиг. 1) и склоняется под углом ок. 25° к северовостоку. Его максимальная мощность ок. 65 м. Внешние слои этой большой линзы сложены гипсом. Эта сгидратизованная оболочка делается все тоньше по склоне в видимой связи с погружением сульфатного комплекса под водонепроницаемые породы. Внутренная часть линзы состоит из ангидрита.

Гипсо-ангидритовый комплекс подстилают идентичные с выступающими в кровли темные сланцы с волокнистым гипсом и кирпично-шоколадные илисто-сланцеватые образования.

Как следует из геологических наблюдений исследованное месторождение является продуктом седиментации неглубокой прибережной зоны цехштейнского

моря в условиях жаркого климата, где при постоянном привносе течениями из океана все новых и новых порций холодных засоленных вод может проходить кристаллизация сульфатов по всему профилю перегретой и пересыщенной ими вследствие интенсивного испарения воды.

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что первичным является ангидрит, который впоследствии был поверхностно сгидратизован в краевых зонах комплекса, соприкасающихся с водопроницаемыми породами и областях стекания грунтовых вод.

Петрографические исследования, выполненные автором, вполне подтвердили результаты геологических наблюдений. Они позволили кроме того глубже познать характер вторичных изменений сульфатного комплекса.

Показалось, что найболее первичный, мелкокристаллический характер свойствен ангидритовым породам средних горизонтов месторождения, где среди новообразований встречается только иногда порфиробласты ангидрита, являющиеся продуктом собирательной перекристаллизации под давлением вышележащих слоев.

Приближаясь к нижнему гипсовому горизонту мы наблюдаем очень характерное явление. Среди мелкозернистой ангидритовой массы появляются сначала ксеноморфные порфиробласты гипса с включениями реликтового ангидрита идентичного с окружаещей массой. Поступая далее к зоне гидратизации эти порфиробласты приобретают все больше размеры и идиоморфные очертания. Следовательно процесс гидратации ангидрита грунтовыми водами происходил повидимому главным образом посредством медленной интергранулярной диффузии и в значительно меньшим масштабе по трещинам комплекса так, как гипсовые прожилки очень тонкие и немногочисленные.

Петрографическими исследованиями доказано, что в гипсификации подошвы сульфатного комплекса кроме гидратации существенную роль играли процессы метасоматического действия сульфатных растворов на нижележащие доломитно-мергелистые породы. Установленный оптическим, хроматическим и термическим методом парагенезис гипс — кальцит в нижним гипсовом горизонте может быть выяснен неконгруентном растворением гипсовыми водами доломита из подстилающих месторождение пород (О. К. Ятатьева, 1955).

В окончании затронуто вопрос о генетической последовательности образования микроструктур в гипсо-ангидритовых породах. Отличается, что в сравнении со схемой построенной К. Н. Андриановской (1956) на примере Индерского соляного поднятия количество микроструктур в исследованном месторождении несколько меньше. Это объясняется тем, что в случае месторождения Новы Льонд, где гипсо-ангидритовые породы находятся „in situ" поседиментационные изменения сульфатного комплекса были гораздо менее интенсивны. Очень характерно для исследованных пород обилие разнообразных порфиробластовых структур.

Кафедра Минералогии и Петрографии
Ягеллонского Университета

SUMMARY

Author describes the results of the petrographical investigations of gypsum and anhydrite rocks of the Nowy Ląd deposit (Lower Silesia). These investigations had confirmed R. Nielubowicz's thesis of the

primary anhydritic nature of this deposit which was based on the geological data. Besides they have shown that during the gipsification of the bottom part of the complex a metasomatic digestion of the underlying clay-dolomitic rocks had place with a transformation into calcite of the dolomite contained in them. The problem of the genetical sequence of the formation of microstructures in rocks of this type is also discussed.

OBJAŚNIENIA TABLIC IV — VII
ОБЬЯСНЕНИЯ ТАБЛИЦ IV — VII

Tablica IV
Таблица IV

Fig. 1. Porfiroblast gipsu o postrzępionych konturach zawierający wrostki anhydrytu. Otw. 43 głęb. 7,40 m. Pow. 75. Nikole

Фиг. 1. Ксеноморфный порфиробласт гипса с включениями ангидрита в гипсовой породе. Увел. 75 ×. Николи +

Fig. 2a. Fałdkowe ułożenie podłużnych ziarn gipsu, otaczających skupiska węglanowe. Otw. 43 głęb. 15,50 m. Pow. 50 ×. Nikole +

Фиг. 2а. Потоковая текстура гипсовой массы огибающей карбонатные скопления. Увел. 50 ×. Николи +

Fig. 2b. Żyłki gipsowe, wypełniające szczeliny w marglistym wapieniu. Otw. 43 głęb. 19,40 m. Pow. 50 ×. Nikole +

Фиг. 2б. Гипсовые прожилки выполняющие щели в мергелистом известняке. Увел. 50 ×. Николи +

Tablica V
Таблица V

Fig. 1. Porfiroblast gipsu z euhedralnymi wrostkami tego samego minerału. Otw. 135 głęb. 62,20 m. Pow. 75 ×. Nikole +

Фиг. 1. Гипсовый порфиробласт с идиоморфными включениями этого же минерала. Увел. 75 ×. Николи +

Fig. 2. Wydłużone ziarno gipsu na tle nierównomiernie ziarnistej nematoblastycznej struktury skały. Otw. 135 głęb. 70 m. Pow. 75 ×. Nikole +

Фиг. 2. Удлиненные зерна гипса среди неравномернозернистой породы с нематобластовой структурой. Увел. 75 ×. Николи +

Tablica VI
Таблица VI

Fig. 1. Porfiroblast anhydrytu na tle drobnoziarnistej masy skalnej. Otw. 135 głęb. 74 m. Pow. 75 ×. Nikole +

Фиг. 1. Порфиробласт ангидрита из мелкозернистой ангидритовой породы. Увел. 75 ×. Николи +

Fig. 2. Ksenomorficzny porfiroblast gipsu zawierający euhedralne wrostki tego minerału. Otw. 135 głęb. 87 m. Pow. 75 ×. Nikole +

Фиг. 2. Ксеноморфный порфиробласт гипса вмещающий идиоморфные включения того минерала. Увел. 75 ×. Николи +

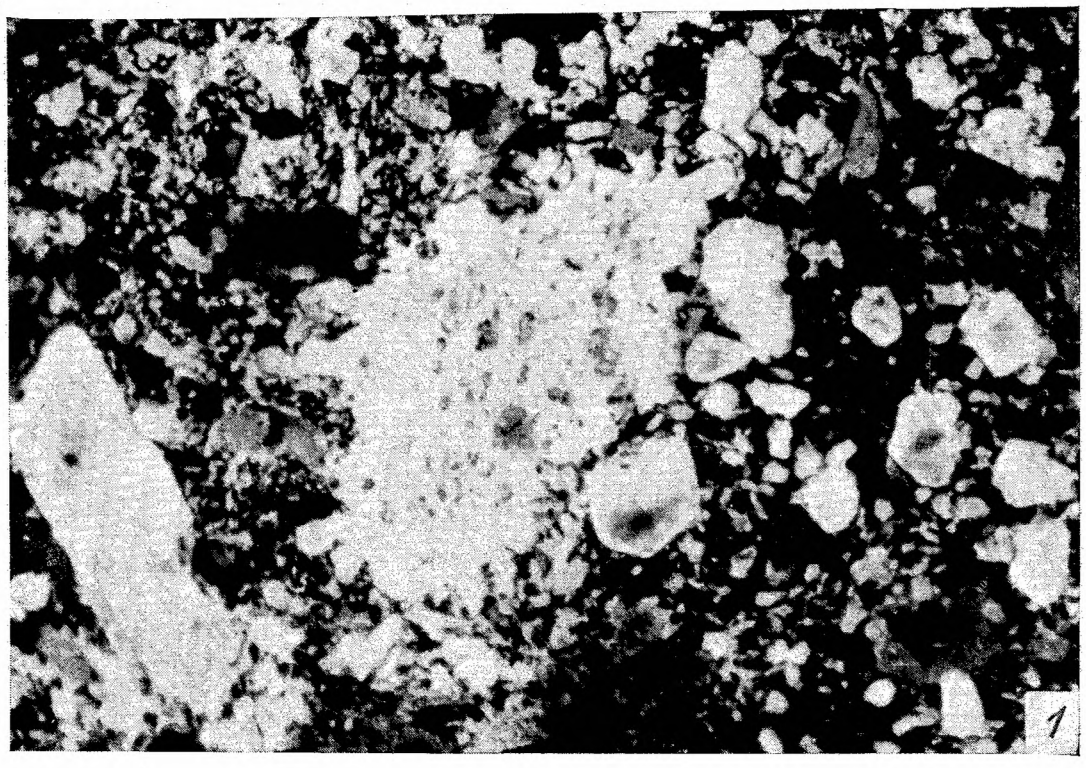
Tablica VII
Таблица VII

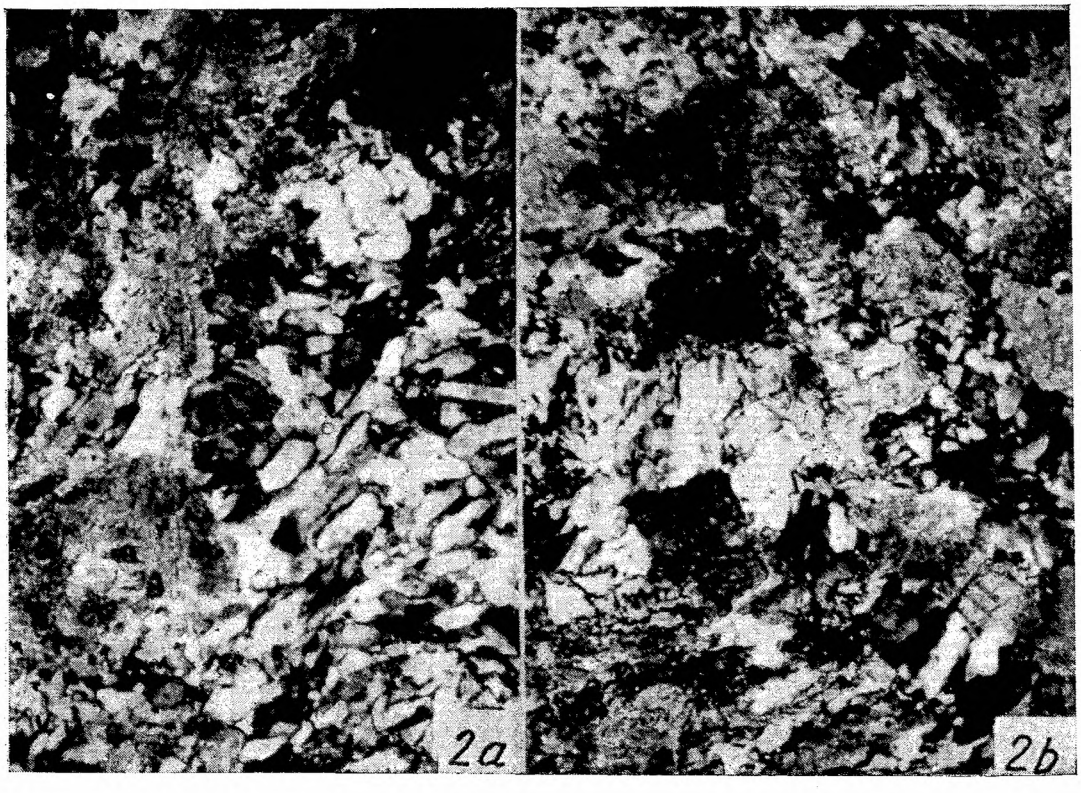
Fig. 1. Ziarno gipsu rozjadające jak gdyby masę anhydrytową. Otw. 20 głęb. 77 m. Pow. 75 ×. Nikole +

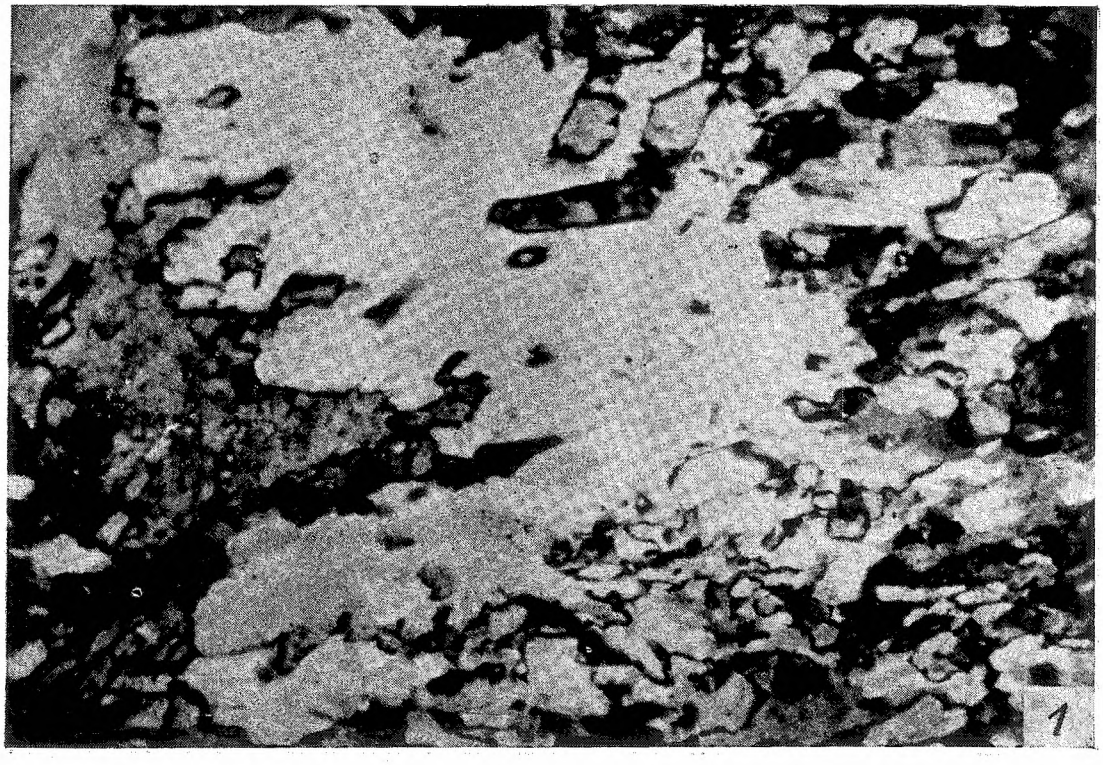
Фиг. 1. Зерно гипса с включениями ангидрита „разъедающие" ангидритовую массу. Увел. 75 ×. Николи +

Fig. 2. Skała gipsowa o strukturze nematoblastycznej i teksturze warstwowej. Otw. 21 głęb. 63 m. Pow. 75 ×. Nikole +

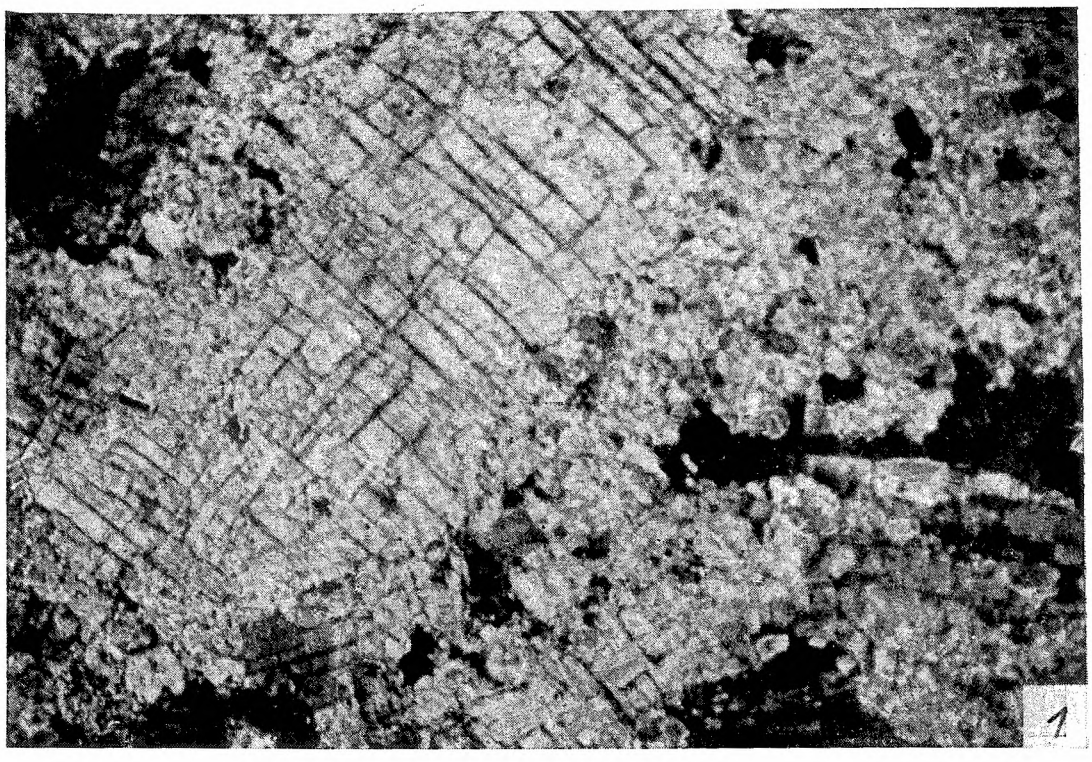
Фиг. 2. Типичная нематобластовая структура гипсовой породы. Увел. 75 ×. Николи +

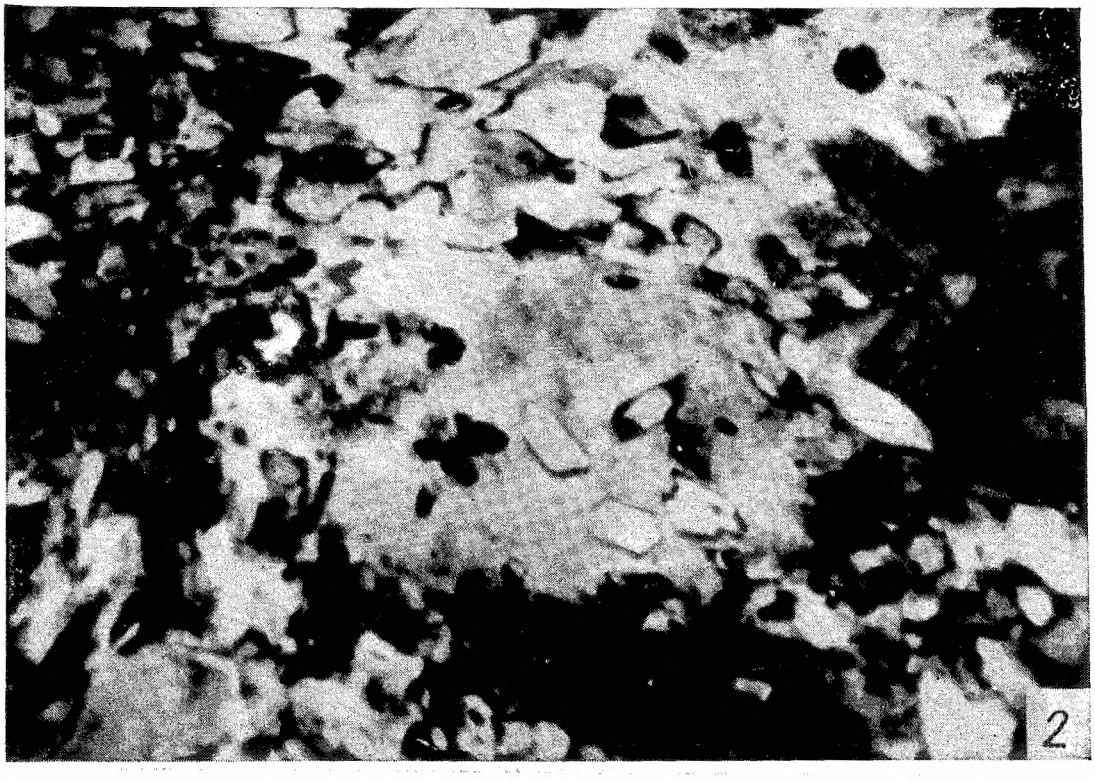

1

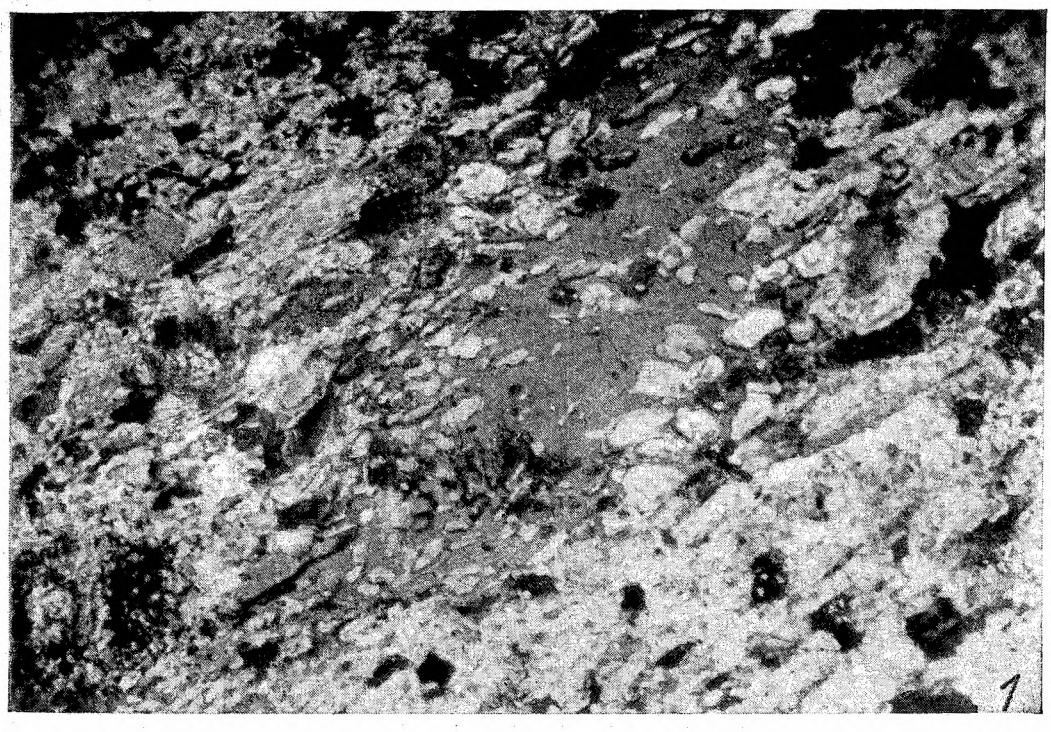

2a
2b

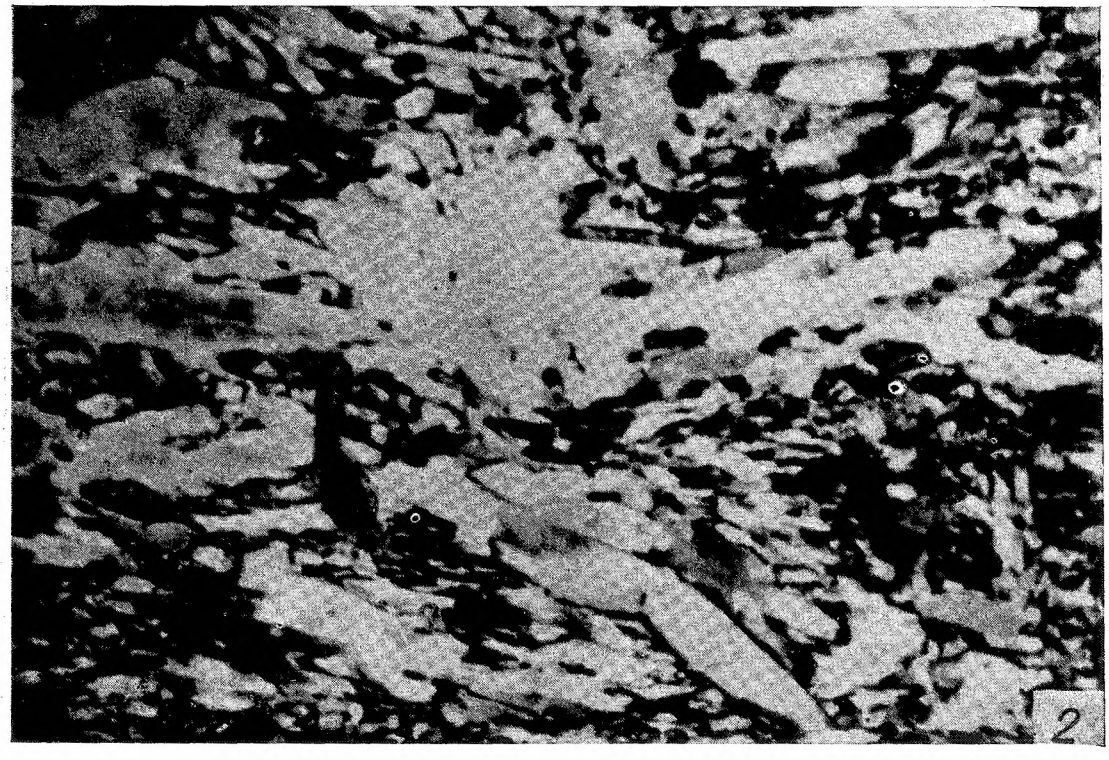

1

2


1


2





W. Narębski