

Andrzej RYDZEWSKI, Halina WAŻNY

Badania petrograficzno-geochemiczne utworów dolnego cechsztynu wiercenia w Lęborku

WSTĘP

Praca niniejsza stanowi opracowanie petrograficzno-geochemiczne osadów dolnego cechsztynu wiercenia Lębork. Jest ona kontynuacją podobnych opracowań z rejonu Polski zachodniej i zmierza do wyjaśnienia niektórych problemów związanych z petrografią, mineralogią i geochemią cechsztynu. Poznanie tych zagadnień umożliwi dokładniejszą charakterystykę geologiczną tych utworów, a tym samym przyczynić się może do postępu prac poszukiwawczych.

Najdalej ku północy wysuniętym wierceniem na terenie Polski, przebijającym cechsztyń, było wiercenie w Łebie. Spąg utworów permskich w tym otworze został nawiercony na głębokości 660,4 m. Nie stwierdzono tu charakterystycznego dla formacji cechsztyńskiej poziomu łupku bitumicznego, natomiast zaobserwowano występowanie szarozielonych margli z wkładkami (do 15 cm grubości) margli bitumicznych, podobnych do łupku bitumicznego. W marglach tych obecne są wtrącenia pirytowe. Analiza chemiczna tej skały wykazała zawartość: Pb = 0,16%, Cu = 0,03%, Zn = 0,05%, Fe = 4,06%.

Wiercenie w Lęborku, wykonane w odległości około 40 km na SSE od wiercenia w Łebie, napotkało spąg utworów permskich na głębokości 1027,6 m.

Profil dolnego permu w tym otworze według S. Tyskiego przedstawia się następująco:

Głębokość w m	Opis
powyżej 979,1	— anhydryty
979,1 ÷ 989,6	— dolomity
989,6 ÷ 990,4	— łupek bitumiczny
990,4 ÷ 990,7	— dolomit marglisty
990,7 ÷ 1012,9	— jasnoszare piaskowce drobnoziarniste
1012,9 ÷ 1020,0	— jasnobrunatne piaskowce drobnoziarniste
1020,0 ÷ 1027,6	— brunatne piaskowce gruboziarniste i zlepieńcowate
poniżej — 1027,6	— łupki szarozielonawe, przypuszczalnie wieku sylurskiego

Wykonane badania petrograficzno-geochemiczne dotyczą odcinka rdzenia od głębokości 978,75 m do 1027,70 m. Próbkę pobrano w sposób punktowy, a z najbardziej interesującego odcinka rdzenia, z warstwy łupku bitumicznego, w sposób ciągły.

BADANIA PETROGRAFICZNE

PIASKOWCE ZLEPIEŃCOWATE I GRUBOZIARNISTE

Nad szarozielonawymi łupkami, przypuszczalnie wieku sylurskiego, w profilu otworu Lębork występują piaskowce zlepieńcowate i gruboziarniste na głębokości 1020,0÷1027,6 m. Są to skały słabo scementowane, koloru jasnobrunatnego i brunatnego. W spągu, na kontakcie z łupkiem, piaskowce te są bardzo twarde, zwarte i zabarwione na kolor szarobrunatny.

Na podstawie badań mikroskopowych w skałach tych stwierdzono strukturę psamitową lub psamitowo-psefitową. Tekstura ich jest słabokierunkowa, w spągu wyraźnie kierunkowa, podkreślona smugami minerałów siarczkowych.

Selekcja ziarn materiału okrusowego jest słaba. Stopień obtoczenia większych ziarn jest tu dość dobry.

Wielkość materiału okrusowego na omawianym odcinku waha się w granicach od 40 μ do 2 mm, w niektórych próbkach powyżej 2 mm. Przeważa tu jednak frakcja 0,1÷1 mm. Skład mineralny piaskowców przedstawia się następująco:

K w a r c występuje w postaci ziarn na ogół dobrze obtoczonych, wykazujących niekiedy smużyste i faliste wygaszanie światła. Nieliczne ziarna pokryte są gęstą siatką spękań prostych i muszlowych. W kwarcu występują wrostki gazowe, cyrkonowe i turmalinowe.

S k a l e n i e są reprezentowane przez plagioklasy, antypertyt i pertyt mikroklinowy. Zawartość ich w tym typie skały nie przekracza 3%. Plagioklasy występują w ziarnach niezblźniaczonych i zblźniaczonych według prawa albitowego. Oznaczona ilość drobiny anortytowej wskazuje na albit lub kwaśny oligoklaz. Ziarna skaleni występują w piaskowcach na ogół w stanie zupełnie świeżym, choć miejscami spotyka się pojedyncze ziarna, ulegające procesom rozkładu (kaolinizacja — serycytyzacja). Muskowit występuje w pojedynczych, cienkich, niezbyt długich blaszkach, ułożonych zgodnie z teksturą skały.

Przeważają **o k r u c h y** skał wylewnych o strukturze sferolitycznej, mikrofelzytowej i intersertalnej. Wśród drobnych mikrolitów o wykształceniu igiełkowatym (skaleni-plagioklasy) występują tu skupienia minerałów nieprzezroczystych. Są to przypuszczalnie okruszy skał wylewnych typu bazaltowego o strukturze intersertalnej.

W piaskowcach spotyka się też pewną ilość detrytu skał wylewnych (struktury sferolityczna i mikrofelzytowa), zbudowanych z mikrolitów o niskiej dwójłomności, wśród których występują niewielkie ilości igiełek biotyту oraz minerałów nieprzezroczystych. Są to przypuszczalnie okruszy skał wulkanicznych, kwaśnych.

Do okruszów skał metamorficznych zaliczono okruszy złożone z kwarcu lub z kwarcu i skaleni, niekiedy z niewielką zawartością łysz-

czyków, noszące wyraźne ślady deformacji mechanicznych (ułożenie kierunkowe ziarn kwarcu i ich smużyste wygaszanie). Są to przypuszczalnie resztki skał takich, jak kwarcyty lub łupki kwarcytowe.

Okruchy skał węglanowych to wapienie oolityczne i drobnoziarniste oraz dolomity drobnoziarniste. Obok węglanów zawierają one niewielkie ilości wodorotlenków żelaza, nadających skale zabarwienie brunatne. Niekiedy okruchy skał węglanowych (np. wapienie drobnoziarniste) zawierają skamieniałe szczątki pochodzenia organicznego. W skałach tych obserwuje się ponadto okruchy skał mułowcowych o strukturze aleurytowej oraz teksturze bezładnej lub kierunkowej. W skład ich wchodzi minerały takie, jak kwarc, muskowit, plagioklasy alkaliczne, rzadziej glaukonit. Obserwowano tu mułowce o spoiwie węglanowym, rzadziej ilastym, z niewielkimi zawartościami siarczków (piryt).

Omawiane piaskowce zlepieńcowate mają spoiwo typu właściwego, a miejscami typu masy wypełniającej według klasyfikacji Szwiecowa. Minerale występujące w spoiwie tych skał to głównie gips i węglany (dolomit) oraz siarczki (piryt), szczególnie licznie reprezentowane w utworach spągowych. Rzadszymi minerałami w spoiwie są wodorotlenki żelaza i minerały ilaste, tworzące zanieczyszczenia w gipsie i węglanach oraz pokrywające nalotem powierzchnię materiału okrucowego.

PIASKOWCE DROBNOZIARNISTE

Wyżej nad piaskowcami zlepieńcowatymi i gruboziarnistymi leżą piaskowce drobnoziarniste koloru jasnobrunatnego (1012,9÷1020,0 m) i jasnoszarego (990,7÷1012,9 m). W stropie są one dość zwięzłe, w niższych partiach kruche, często z łatwością rozsypują się na poszczególne ziarna.

Pod mikroskopem skały te wykazują strukturę psamitową i psamito-aleurytową, a teksturę bardzo słabo kierunkową — prawie bezkierunkową.

Wielkość poszczególnych ziarn materiału detrytycznego waha się w granicach od 40—50 μ do 200 μ , rzadko większych. Wysortowanie materiału jest dość dobre. Stopień obtoczenia materiału okrucowego jest zmienny, przy czym w samym stropie jest nieco lepszy niż w pozostałych partiach, a szczególnie w spągu omawianych piaskowców.

Materiał okrucowy tej skały jest głównie reprezentowany przez kwarc, często wykazujący deformacje optyczne (tab. 1). Ziarna kwarcu zawierają szereg wrostków gazowych, rzadziej wrostki cyrkonu i turmalinu. Obserwowano też ślady obwódok regeneracyjnych.

Obok kwarcu materiał detrytyczny skały stanowią okruchy skał wylewnych, metamorficznych, krzemionkowych, węglanowych i sporadycznie mułowcowych. Jest to ten sam zestaw, który obserwuje się w dolnych partiach brunatnych piaskowców zlepieńcowatych i gruboziarnistych, przypuszczalnie należących do czerwonego spągowca.

Wielkość okruców jest tu jednak zdecydowanie mniejsza (rzędu wielkości ziarn kwarcu). Również ogólna ich zawartość w skale jest także mniejsza, szczególnie w przypadku okruców skał mniej trwałych, takich jak skały węglanowe i mułowcowe.

W spoiwie tej skały (typu właściwego według Szwiecowa) występują gips i dolomit (tabl. I, fig. 8) oraz w mniejszych ilościach siarczki. W pias-

Tabela 1

Analizy mikrometryczne płaskowców z otworu Lębork

Nr próbki	Głębokość	Litologia	Analiza mikrometryczna (% obj.)											
			Minerały detrytyczne									Minerały w spoiwie skały		Minerały nieprzezczyste
			kwarc	okruszy skał					okruszy fauny	skalenie		gips	węglany	
				krzemianowe	wylewne	węglanowe	mułowcowe	metamorficzne		plagioklasy	mikrokl.			
21	990,70	piaskowiec drobnoziarnisty	54,3	0,3	2,4	1,9	—	1,2	—	0,4	1,1	22,7	14,5	1,2
20	990,80	piaskowiec drobnoziarnisty	57,1	0,2	1,8	0,3	0,5	1,1	—	0,3	1,0	17,7	17,9	2,1
19	990,90	piaskowiec drobnoziarnisty	59,6	0,9	1,4	1,3	0,1	0,8	—	0,2	0,5	10,2	14,1	1,9
17	994,00	piaskowiec drobnoziarnisty	54,9	0,4	1,6	0,7	0,2	0,4	—	0,3	0,9	—	38,4	2,2
15	1000,00	piaskowiec drobnoziarnisty	63,5	—	1,2	0,5	—	0,5	—	0,9	1,6	26,8	4,4	0,6
9	1019,00	piaskowiec drobnoziarnisty	57,6	0,3	1,3	0,3	—	0,6	—	—	2,5	30,6	5,6	1,2
—	1020,55	piaskowiec zlepieńcowaty*	42,0	0,6	0,6	14,4	3,7	3,4	2,0	2,5	—	—	30,8	—
—	1021,60	piaskowiec zlepieńcowaty*	49,5	—	1,2	0,4	5,6	5,5	1,1	1,9	22,6	8,9	3,3	—
—	1026,50	piaskowiec zlepieńcowaty*	34,2	2,2	0,8	15,6	9,9	4,7	6,3	0,2	6,9	19,1	0,1	—
—	1027,40	piaskowiec zlepieńcowaty*	25,1	0,6	1,6	26,8	10,8	8,9	0,7	1,0	1,5	22,7	0,3	—
—	1027,55	piaskowiec zlepieńcowaty*	38,6	1,4	1,5	23,8	2,6	1,8	—	2,1	3,8	12,6	11,8	—

* Analizy wykonał K. Radlicz

kowcu drobnoziarnistym z głębokości 1012,9÷1020,0 m obserwuje się w spoiwie skały niewielkie ilości wodorotlenków żelaza, nadających skale odcień lekko brunatny.

W jednej próbce z głębokości 994,0 m stwierdzono brak gipsu w spoiwie skały. Występował tu tylko dolomit, w formie małych kryształków o średnicy 10÷20 μ , bardzo słabo cementujący skałę.

Z piaskowców brunatnych i szarych, występujących w otworze Lębork na głębokości 990,7÷1027,7 m, wykonano analizę oznaczenia ilości minerałów ciężkich, wydzielając je w bromoformie z frakcji od 0,02 do 0,06 mm (tab. 2). Zawartość minerałów ciężkich w czerwonych piaskowcach zlepieńcowatych i gruboziarnistych jest we wszystkich próbkach powyżej 1% wagowego. Natomiast w szarych piaskowcach drobnoziarnistych nie osiąga tej wartości.

Tabela 2

Analizy mikrometryczne frakcji ciężkiej w piaskowcach z otworu Lębork

Nr próbki	Głębokość	Litologia	Zawartość frakcji cięż. w skale % wag.	Zawartość min. magn. we frakcji cięż. % wag.	Analiza mikrometryczna frakcji ciężkiej w % obj.					
					minerały nieprzez.	granat	cyrkon	turmalin	apatyt	staurolit
21	990,70	piaskowiec drobnoziarnisty	0,31	—	82,2	12,5	2,2	2,0	—	1,1
20	990,80	piaskowiec drobnoziarnisty	0,68	—	78,3	16,9	3,4	1,4	—	—
18	991,00	piaskowiec drobnoziarnisty	0,41	śl.	75,2	11,5	1,9	6,0	3,4	2,0
16	996,00	piaskowiec drobnoziarnisty	0,31	0,3	65,0	19,9	3,8	8,1	1,2	1,0
14	1008,00	piaskowiec drobnoziarnisty	0,67	9,7	79,8	13,0	1,0	5,0	—	1,2
11	1013,00	piaskowiec drobnoziarnisty	1,24	16,9	86,4	9,6	1,3	0,1	—	2,6
10	1015,50	piaskowiec drobnoziarnisty	1,45	25,9	87,2	7,0	3,0	2,4	—	0,4
8	1020,00	piaskowiec zlepieńcowaty	1,14	24,6	82,5	14,0	1,3	0,3	—	1,9
5	1026,50	piaskowiec zlepieńcowaty	1,85	1,7	93,2	1,1	1,0	1,6	1,4	1,7
3	1027,30	piaskowiec zlepieńcowaty	1,22	—	90,0	4,8	—	4,5	—	0,7

Frakcję magnetyczną (magnetyt) stwierdzono w próbkach z piaskowców z głębokości 996,0÷1026,5 m.

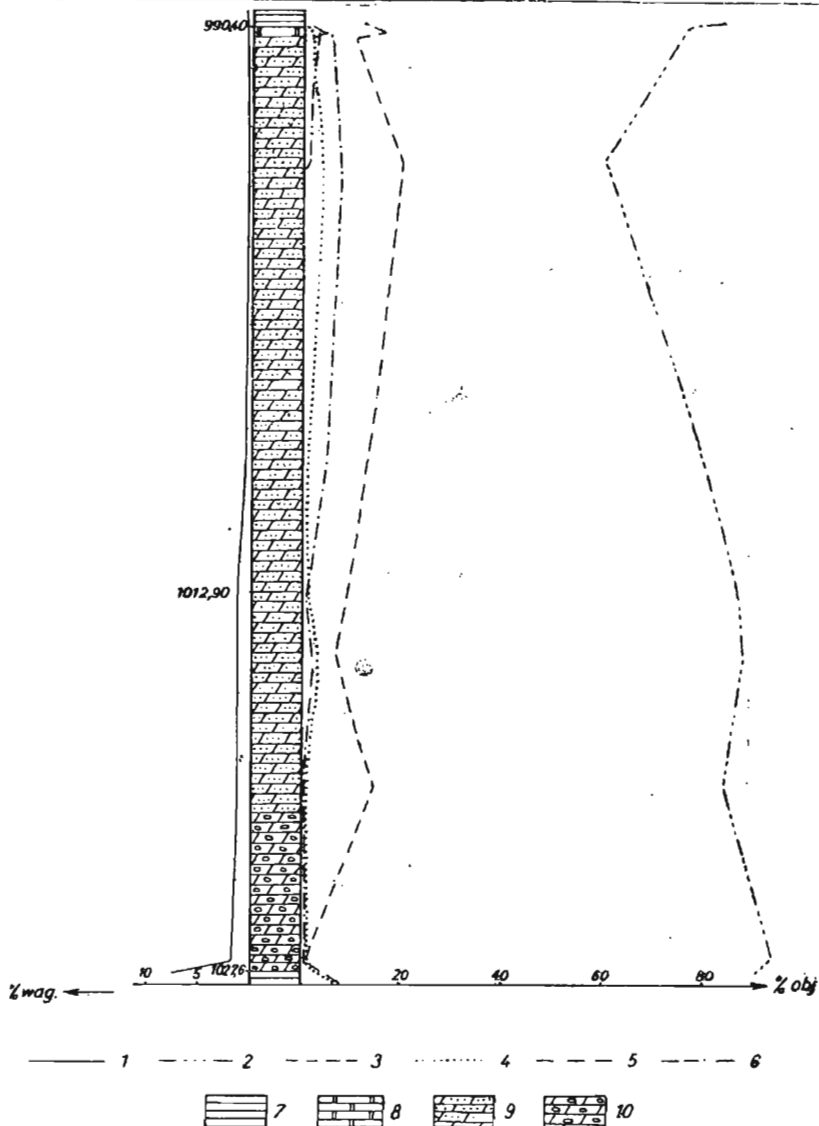


Fig. 1. Wykres zawartości frakcji ciężkiej oraz jej skład w piaskowcach z otworu Lębork

Diagram of content of heavy fraction and of its composition in the sandstone from the Lębork bore-hole

1 — zawartość frakcji ciężkiej w skale (% wag.); 2 — zawartość minerałów nieprzezroczystych we frakcji ciężkiej (% obj.); 3 — zawartość granatu we frakcji ciężkiej (% obj.); 4 — zawartość cyrkonu we frakcji ciężkiej (% obj.); 5 — zawartość turmalinu we frakcji ciężkiej (% obj.); 6 — zawartość apatytu we frakcji ciężkiej (% obj.); 7 — łupek, 8 — dolomit; 9 — piaskowiec drobnoziarnisty; 10 — piaskowiec zlepniocowaty

1 — content of heavy fraction in the rock (in weight per cent); 2 — content of opaque minerals in heavy fraction (in weight per cent); 3 — garnet content in heavy fraction (in volume per cent); 4 — zircon content in heavy fraction (in volume per cent); 5 — tourmaline content in heavy fraction (in volume per cent); 6 — apatite content in heavy fraction (in volume per cent); 7 — shale; 8 — dolomite; 9 — finegrained sandstone; 10 — conglomeratic sandstone

Próbki z piaskowców drobnoziarnistych z głębokości 990,7÷1012,9 m zawierały większą ilość minerałów ciężkich, przezroczystych, takich jak: cyrkon, granat, turmalin, apatyt i staurolit. Natomiast w próbkach z piaskowców jasnobrunatnych, drobnoziarnistych i gruboziarnistych, z głębokości 1012,9÷1027,6 m, występowała podwyższona zawartość minerałów nieprzezroczystych (magnetyt, piryty).

W badanych próbkach pokrój idiomorficzny stwierdzono tylko w przypadku cyrkonu. Granat i staurolit wykazują kształt nieregularny, czasami z lekkim obtoczeniem. W postaci okrągłych i owalnych ziarn zaobserwowano apatyt, turmalin i sporadycznie cyrkon. Turmalin, w przeważającej ilości ziarn, posiada barwy pleochroiczne w odcieniu zielonawym lub zielonawooliwkowym. W mniejszej ilości obserwowano ziarna o brunatnej barwie pleochroicznej.

DOLOMIT MARGLISTY

Kolejną warstwą w opisywanym profilu jest jasnoszary, drobnokrystaliczny dolomit o charakterze marglistym (głębokość 990,4÷990,7 m). Jest to skała o strukturze drobnokrystalicznej i teksturze kierunkowej. Dominującym minerałem jest dolomit tworzący drobne kryształki rzędu 10 μ średnicy i mniejsze (tabl. II, fig. 12). Wśród nich występuje substancja ilasto-bitumiczna, nadająca skale plamisty, brudnobrunatny kolor. Między drobnymi kryształkami dolomitu występują też większe kryształki tego minerału (rzędu 20÷60 μ średnicy), wolne od zanieczyszczeń ilasto-bitumicznych. Czasami układają się one w formy krótkich żyłek.

Z materiału detrytycznego obserwuje się tutaj (tab. 3) podwyższoną ilość okruchów kwarcu, skaleni (mikroklin), igieł muskowitu oraz skał krzemionkowych (rogowca). Stopień obtoczenia materiału detrytycznego jest tu na ogół słaby. Wielkość ziarn okruchowych waha się w granicach 10÷150 μ . W skale tej występują drobne smugi, zbudowane z nieprzeświecającej substancji ilasto-bitumicznej, nadającej całej skale tendencję do tekstury kierunkowej.

ŁUPEK BITUMICZNY

Nad dolomitem występuje typowy dla utworów dolnocechsztyńskich środkowej Europy ciemny łupek bitumiczny. Jest to skała ciemnoszara, o wyraźnej łupliwości, odznaczająca się przy badaniach mikroskopowych strukturą drobnokrystaliczną. Tekstura wybitnie kierunkowa podkreślona jest przez przewarstwienia bituminów (o grubości 10÷20 μ) i dolomitu. Pod względem budowy mikroskopowej łupek bitumiczny z Lęborka można podzielić na trzy odcinki: 1 — spagowy (o miąższości 5 cm), koloru szarego; 2 — środkowy (o miąższości 40 cm), koloru ciemnoszarego; 3 — stropowy (o miąższości 35 cm), koloru ciemnoszarego z widocznymi żyłkami jasnego dolomitu. Różnice między nimi tkwią w zawartości substancji organiczno-bitumicznych, w grubości smug bitumicznych i dolomitowych oraz w wielkości kryształków dolomitu i zawartości materiału detrytycznego.

Łupek bitumiczny w partii spągowej (tabl. II, fig. 13) jest właściwie dolomitem marglistym z podwyższoną zawartością bituminów w porównaniu z podobną skałą, znajdującą się niżej. Bituminy są tu ułożone w postaci nielicznych cienkich smug o grubości rzędu 10μ . Ogólne tło skalne tworzy drobnokrystaliczny dolomit (o wielkości kryształków rzędu 10μ średnicy), zanieczyszczony substancją ilasto-bitumiczną. Zawartość okruchów detrytycznych w spągowej partii łupku bitumicznego jest dość znaczna. Są to głównie okruchy ziarn kwarcu, bardzo rzadkie okruchy skaleni oraz skał krzemionkowych (tab. 3).

Tabela 3

Analizy mikrometryczne skal węglanowych z otworu Lębork

Nr próbki	Głębokość	Litologia	Analiza mikrometryczna % obj.					
			węglany (zanieczyszczone subst. bit.)	substancja bitumiczna występująca w skupieniach	gips	okruchy kwarcu	okruchy muskowitu	siarczki
46	981,90	dolomit	96,2	0,1	3,1	0,3	—	0,3
41	989,45	dolomit	92,5	1,0	—	5,3	0,1	1,1
38	989,66 ÷ 989,71	łupek bitumiczny	74,1	23,7	—	1,7	0,0	0,5
34	989,94 ÷ 989,99	łupek bitumiczny	54,8	36,8	—	3,9	0,2	4,3
29	990,15 ÷ 990,20	łupek bitumiczny	50,9	34,8	—	8,0	—	6,3
25	990,36 ÷ 990,40	łupek bitumiczny	76,9	13,6	—	7,6	0,1	1,8
24	990,40	dolomit marglisty	91,0	1,6	—	4,3	—	3,1
22	990,55	dolomit marglisty	96,2	0,7	—	1,8	—	1,3

Łupek bitumiczny w partii środkowej (tabl. II, fig. 14) jest zbudowany z przewarstwień bituminów o grubości $10 \div 40 \mu$ i drobnokrystalicznego dolomitu (kryształki rzędu 10μ średnicy), mocno zanieczyszczonego substancją ilasto-bitumiczną.

Ilość okruchów detrytycznych jest tu dość znaczna, jednak wyraźnie maleje w kierunku stropu tej partii łupku.

Między smugami bitumicznymi i dolomitycznymi zaobserwowano kulki węglanowe (przypuszczalnie dolomit) o średnicy $30 \div 50 \mu$, uważane przez badaczy niemieckich (A. Schüller, 1958) za okruszcowane algi.

Dolomit występujący w partii stropowej łupku tworzy stosunkowo duże kryształki rzędu $20 \div 40 \mu$ średnicy, wolne od zanieczyszczeń ilasto-bitumicznych, ugrupowane w postaci żyłek o grubości do 200μ . Substancje ilasto-bitumiczne tworzą tu smugi o grubości $10 \div 30 \mu$ (tabl. II, fig. 15). I w tej partii łupku obserwuje się kulki z rekrytalizowanym dolomitem, uważane za algi.

Łupek w partii stropowej zawiera niewielką ilość okruchów detrytycznych, których granulacja jest mniejsza od obserwowanych w dolnych partiach.

DOLOMITY

Nad poziomem łupkowym w wierceniach Lębork występują jasnobezwonne dolomity o miąższości około 11 m, podścielające anhydryty. Dolomity te są skałami masywnymi, z drobnymi, pustymi kawernami o średnicy do 1 mm. Na powierzchni tych skał obserwuje się nieregularnego kształtu przerosty kryształów anhydrytowo-gipsowych o średnicy rzędu 1 cm. Występują tu również szwy stylolitowe, przebiegające na ogół w kierunku poziomym.

Pod mikroskopem skały te wykazują najczęściej strukturę drobno-kryształiczną i teksturę bezładną, jedynie w spągu wyraźnie kierunkową.

Kryształki dolomitu, często o pokroju idiomorficznym, osiągają średnicę do 20 μ . Nie są one ułożone ściśle w całej skale, lecz pozostawiają między sobą dużo wolnych przestrzeni. Powierzchnie kawern (szczególnie większych, o średnicach przekraczających 0,1 mm) są zanieczyszczone substancją ilastą.

Obok dolomitu występują tu zmienne ilości gipsu i anhydrytu, najczęściej w stropowych partiach skały (tab. 3). Minerale te są wykształcone w postaci grubokryształicznych blastów, niekiedy, szczególnie w przypadku gipsu, w postaci drobnych kryształków włóknistego pokroju, zgrupowanych w większe skupiska (tabl. I, fig. 10 i 11).

Z minerałów detrytycznych obserwuje się na ogół drobne ilości kwarcu, rzadziej okruchy skał krzemionkowych i skaleni. Wielkość detrytu niekiedy przekracza 100 μ .

Dolomity leżące bezpośrednio na łupku bitumicznym wykazują charakter bardziej marglisty. W płytkach cienkich z tej partii skały obserwuje się większe ilości detrytu kwarcowego oraz większe ilości substancji ilasto-bitumicznej, występującej zarówno w postaci drobnych smug, jak i w postaci zanieczyszczeń w minerałach węglanowych.

MINERALIZACJA SKAŁ

Utwory dolnocechsztyńskie wiercenia w Lęborku są słabo zmineralizowane minerałami miedzi, ołowiu i cynku.

Z minerałów kruszcowych tych metali obserwuje się chalkopiryt (CuFeS_2), galenę (PbS) i sfaleryt (ZnS). Z pozostałych należy wymienić piryt (FeS_2), markasyt (FeS_2) oraz magnezyt (FeO) jako minerał okruczowy w piaskowcach.

UTWORY PIASKOWCOWE

W piaskowcach zaobserwowano obecność minerałów kruszcowych w detrycie i w spoiwie skały. Minerale kruszcowe w materiale detrytycznym występują w postaci pojedynczych okruchów o wielkości typowej dla całej skały oraz w formie składnika mineralnego w okruchach skał wylewnych, mułowcowych i węglanowych.

Pojedyncze okruchy minerałów kruszcowych, reprezentowane przez magnetyt, stwierdzono w partiach spągowych piaskowców na odcinku

995,0÷1026,0 m. Potwierdza to analiza minerałów ciężkich w tych skałach. Magnetyt występujący w tej postaci często otaczają wodorotlenki żelaza powstałe wyraźnie z jego rozkładu.

Minerały kruszcowe, występujące wewnątrz okruchów skalnych — to magnetyt i piryt. Szczególnie ciekawe są pod tym względem okruchy skał wylewnych. Badacze niemieccy, m. in. A. Schüller (1958), stwierdzili w tym rodzaju detrytu występowanie siarczkowych minerałów Cu, Pb, Zn. Obserwacji tej przypisują duże znaczenie przy wyciąganiu wniosków genetycznych, dotyczących całej mineralizacji dolnocechsztyńskiej.

W wierceniach w Lęborku wewnątrz okruchów skał wylewnych obok typowego dla nich magnetytu stwierdzono jedynie bardzo drobne ilości pirytu (tabl. I, fig. 9). Piryt występuje również w spoiwie okruchów skał mułowcowych i węglanowych. W spoiwie piaskowców występuje piryt tworzący przerosty z minerałami węglanowymi. Kształt i wielkość przerostów uzależniona jest od przestrzeni wśród materiału detrytycznego. W spoiwie piaskowców zlepieńcowatych, na kontakcie z szarymi łupkami (przypuszczalnie wieku sylurskiego), obserwuje się partie wzbogacone w piryt, co nadaje skale charakter warstwowany.

DOŁOMITY I ŁUPEK BITUMICZNY

Nieco bogatszy zestaw minerałów kruszcowych obserwuje się w leżących wyżej utworach dolomitu marglistego, łupku bitumicznego i spągu dolomitów jasnobieżowych. Niemniej mineralizacja ta w porównaniu ze znaczną mineralizacją Cu—Pb—Zn w sąsiednich rejonach występowania tej facji dolnego cechsztynu jest zdecydowanie uboższa.

Występujące tu w obrębie wymienionych utworów siarczki — piryt, galena, chalkopiryt i sfaleryt tworzą drobne ziarna do 100÷150 μ średnicy. Przeważnie są one rozrzucone bezładnie na całej obserwowanej powierzchni skały. Bardzo rzadko w tych skałach występują drobne żyłki minerałów kruszcowych (długości paru mm i grubości do 0,8 mm). Najczęściej w tej formie spotyka się galenę.

Piryt obecny w skałach omawianego odcinka rdzenia obok drobnych ziarn do 150 μ średnicy ma też postać charakterystycznych kulek o średnicy 20÷60 μ lub nieco większych, nieregularnych skupień, zbudowanych z drobnych kryształków o pokroju idiomorficznym. Tę postać pirytu, znaną też w obrębie dolnego cechsztynu na terenie Sudetów, badacze niemieccy opisywali jako zmineralizowane bakterie (H. Schneiderhöhn, 1923). Poglądu tego obecnie nie podziela wielu badaczy (C. Schouten, 1946; T. Deans, 1951), skłonnych raczej przychylić się do twierdzenia, że ta forma pirytu jest wynikiem zwyczajnego strącania się z roztworu.

Największe ilości minerałów kruszcowych w omawianych utworach występują w obrębie dolomitu marglistego, łupku bitumicznego (środkowa partia) i w spągu jasnobieżowych dolomitów. W stropowych partiach tych dolomitów spotyka się tylko niewielkie ilości ziarn sfalerytu i pirytu. Ten ostatni tworzy czasami szczotki krystaliczne na powierzchni pęknięć. W tej formie występuje również markasyt, obserwowany w jednym miejscu na głęb. 981,9 m, w przerostach z pirytem.

BADANIA GEOCHEMICZNE

Oznaczono i przesledzono rozmieszczenie niektórych pierwiastków śladowych w całym profilu dolnego cechsztynu. Główną uwagę zwrócono na pierwiastki Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mo i V jako najbardziej charakterystyczne dla tych utworów ze względu na stałą ich obecność, a niekiedy i znaczną koncentrację.

CZEŚĆ ANALITYCZNA

Oznaczenia poszczególnych pierwiastków przeprowadzono metodami polarograficznymi (M. Stackelberg, 1950; Z. Zagórski, 1952), kolorymetrycznymi (E. B. Sandell, 1959) i spektralnymi, biorąc każdorazowo średni wynik dwóch oddzielnych próbek badanej skały.

Miedź, cynk i ołów oznaczono polarograficznie na polarografie typu Heyrovskiego LP-55. Oznaczenia wykonano za pomocą krzywej pochodnej i krzywej wzorcowej. Miedź i cynk oznaczano w środowisku alkalicznym. Ołów oznaczano podobnie w roztworze kwaśnym.

Nikiel, wanad, molibden i kobalt oznaczono metodami kolorymetrycznymi według E. Sandell'a (1959) i A. K. Babko, A. T. Pilipienko (1955).

W części próbek oznaczenia kobaltu, molibdenu i wanadu wykonano metodami spektralnymi. Próbki wzbudzano w łuku prądu stałego na spektrografie kwarcowym średniej dyspersji f-my Zeiss typ Q-24.

Analizy przeprowadzono metodą proszkową, używając jako elektrod pomocniczych — elektrody węglowe spektralnie czyste produkcji krajowej. Celem podwyższenia wykrywalności, stosowano podłączenia anodowe. Pracowano przy natężeniu prądu 6 Å. Oświetlenie szczeliny spektrografu równomierne, układ trój soczewkowy. Przesłona na soczewce pomocniczej 3,2. Szerokość szczeliny 0,05 mm, przesłona kamery 1 : 11. Do rejestracji widma używano klisz Agfa Blau Hart. Obserwacje jakościowe przeprowadzono na spektroprojektorze f-my Zeiss. Pomiarы mikrofotometryczne wykonano na mikrofotometrze f-my Zeiss, model II. Widma wzorców i prób fotografowano na tej samej kliszy. Jako wzorce posłużyły próbki, w których zawartość badanych pierwiastków była oznaczona metodami kolorymetrycznymi. Posługiwano się następującymi liniami analitycznymi:

Ni — 3050,8 wykrywalność 0,001%

Co — 3405,1 wykrywalność 0,001%

Mo — 3170,3 wykrywalność 0,001%

V — 3183,4 wykrywalność 0,001%

Bituminy oznaczono metodą ekstrakcji w aparatach Soxletta. Ekstrakcję przeprowadzano przy użyciu następujących rozpuszczalników: chloroform, mieszaniny: alkohol-benzen, alkohol-chloroform-benzen oraz aceton-chloroform-benzen w stosunku 1:1:1.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

W zbadanym materiale stwierdzono występowanie następujących pierwiastków: Be, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Ba, Ta, Tl, In, Pb, Bi, Nb. Te same pierwiastki wykryto już poprzednio w osadach dolnego cechsztynu strefy przedsudeckiej oraz

w niecce północnosudeckiej. Szczególną uwagę zwrócono na metale Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, V jako najbardziej charakterystyczne dla tych osadów (fig. 2, 3). Poza wymienionymi pierwiastkami dość często występują As, Cd, Ti, Mn, Ba, Cr, pozostałe spotyka się raczej rzadko.

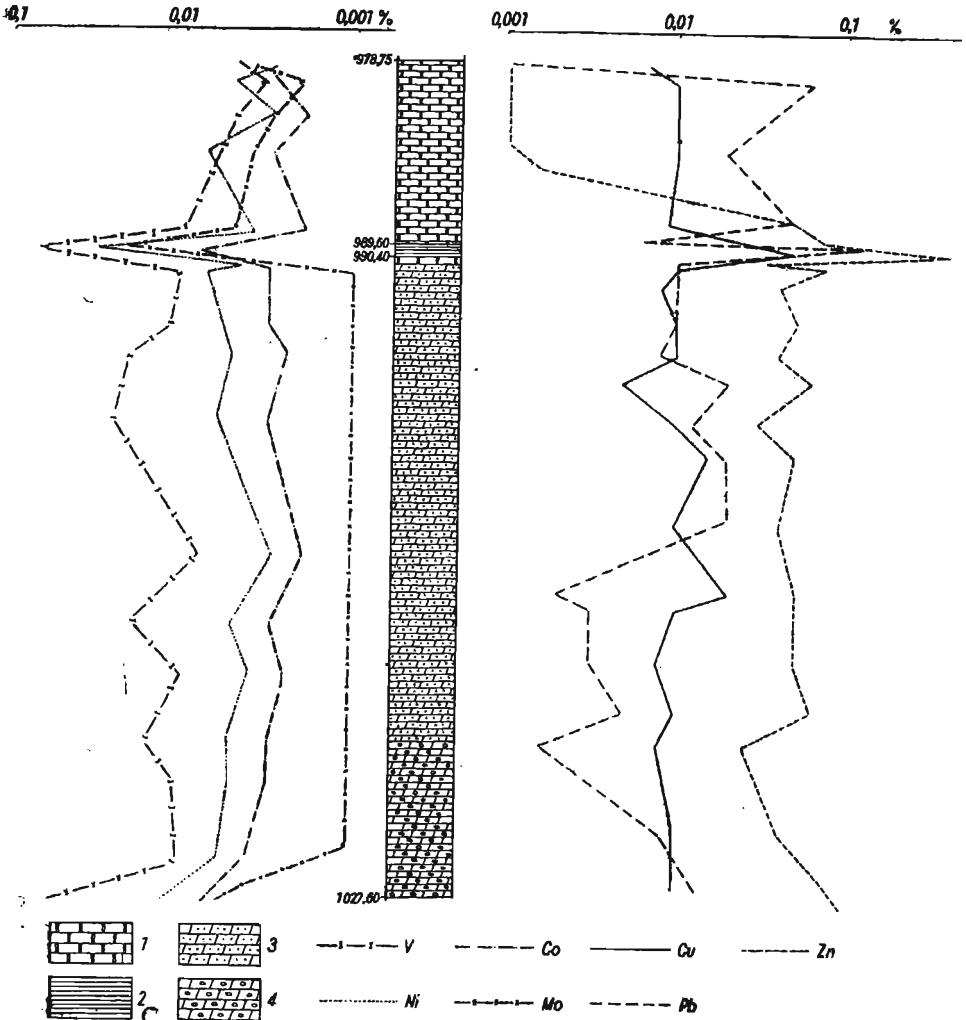


Fig. 2. Zawartość pierwiastków śladowych w osadach dolnego cechsztynu wiercenia Lębork

Content of trace elements in Lower Zechstein sediments of the Lębork bore-hole

1 — dolomit; 2 — łupek; 3 — piaskowiec drobnoziarnisty; 4 — piaskowiec zlepniocowaty

1 — dolomite; 2 — shale; 3 — finegrained sandstone; 4 — conglomeratic sandstone

Rozmieszczenie Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo i V w poszczególnych seriach litologicznych dolnego cechsztynu wiercenia w Lęborku przedstawia się następująco:

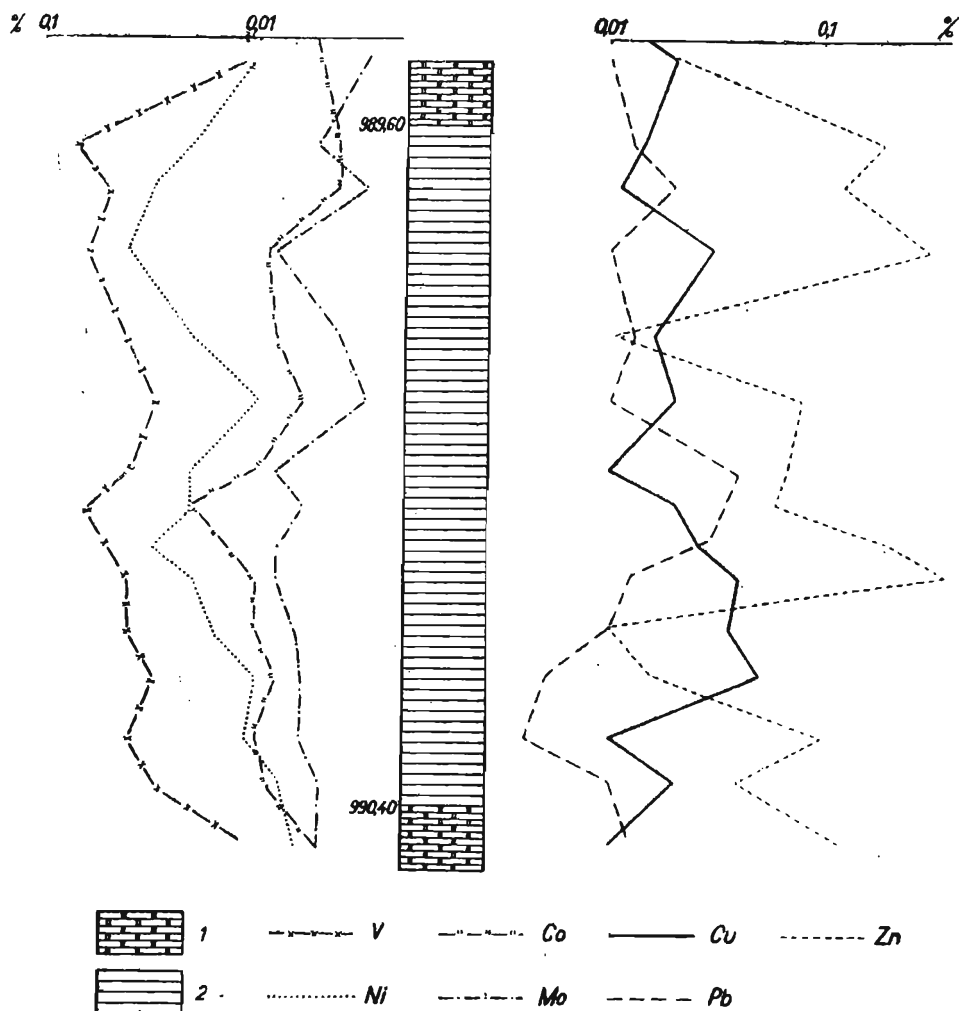


Fig. 3. Rozmieszczenie pierwiastków śladowych w warstwach łupku bitumicznego dolnego cechsztynu wiercenia Lębork

Distribution of trace elements in bituminous shale strata of the Lower Zechstein of the Lębork bore-hole

1 — dolomit; 2 — łupak

1 — dolomite; 2 — shale

M i e d ź. Średnia zawartość miedzi w zbadanym materiale jest dość niska i pokrywa się z klarkiem obliczonym dla tego pierwiastka w zewnętrznej strefie skorupy ziemskiej przez F. W. Clarke'a i H. S. Washingtona (1924) 0,010‰ Cu. Zmienność w poszczególnych warstwach jest niewielka i waha się w granicach 0,005÷0,05‰ Cu. Jedynie w warstwie łupku można zauważyć nieznaczne podwyższenie zawartości miedzi na granicy spągowej i środkowej partii łupku. Poza tym miedź zachowuje

się dość monotennie, a tylko w niektórych punktach profilu przekracza średnią zawartość.

Ołów. Zawartość ołowiu w badanych skałach jest wyższa od średniej zawartości tego pierwiastka dla litosfery 0,0016‰ Pb, określonej przez V. M. Goldschmidta (1937) i K. Rankama (1950). Maksimum koncentracji dla ołowiu przypada na dolną partię dolomitów jasnobeżowych, gdzie osiąga wartość 0,05‰ Pb. W warstwie łupku ołów zachowuje się dość zmiennie. W górnej partii zawartość jego utrzymuje się mniej więcej na jednym poziomie (0,01‰). W części środkowej zauważamy podwyższenie zawartości do 0,12‰ Pb. Następnie ku spągowi ilość jego szybko maleje do 0,002‰ Pb.

Cynk. Średnia zawartość tego pierwiastka dla zewnętrznych stref ziemi wynosi 0,004‰ Zn (F. W. Clarke, H. S. Washington, 1924). W zbitych osadach zawartość cynku jest bardzo zmienna i waha się w granicach 0,005–0,38‰ Zn. Maksyma koncentracji przypadają na stropowe i środkowe partie łupku (0,38‰ Zn). W pozostałych seriach zawartość cynku przeważnie zmienia się równocześnie z zawartością miedzi.

Nikiel. Pierwiastek ten występuje w zmiennych ilościach we wszystkich przebadanych próbkach. Zawartość jego waha się w granicach 0,003–0,03‰ Ni. W warstwie łupku nikiel ulega pewnej koncentracji, ilość jego jest wyższa niż średnie wyliczenie dla zewnętrznych stref ziemi przez V. M. Goldschmidta (1937) 0,01‰ Ni i A. P. Winogradowa (1956) — 0,008‰ Ni. Godny uwagi jest fakt, że o ile w całym profilu nikiel zachowuje się podobnie jak kobalt, to w samej warstwie łupku wykres jego zawartości przebiega zgodnie z wykresem zawartości wanału, co przemawiałoby za istnieniem korelacji Ni : V.

Kobalt. Kobalt w całym badanym profilu zachowuje się bardzo podobnie do niklu. Zawartość jego waha się w granicach 0,002–0,008‰ Co, jest więc zgodna z klarkiem obliczonym przez V. M. Goldschmidta (1937) — 0,004‰ i A. P. Winogradowa (1956) — 0,003‰ dla tego pierwiastka w litosferze. Ogólnie biorąc, ilość kobaltu jest we wszystkich przebadanych próbkach niższa od ilości niklu, a stosunek Ni : Co, wyliczony na podstawie zawartości w 28 próbkach, wynosi 2 : 1, podobnie jak w osadach dolnego cechsztynu niecki zewnętrzno-sudeckiej. Maksimum koncentracji dla kobaltu przypada również na warstwy łupku.

Wanad. Pierwiastek ten stwierdzony został we wszystkich badanych próbkach otworu Lębork w granicach od 0,002 do 0,072‰. Maksimum koncentracji pierwiastek ten, podobnie jak i pozostałe, osiąga w warstwie łupku, gdzie ilość jego znacznie przewyższa wyliczony przez V. M. Goldschmidta (1937) i A. P. Winogradowa (1956) klark dla wanału w zewnętrznych strefach ziemi, wynoszący 0,015‰ V. Przebieg wykresu zawartości wanału w warstwie łupku jest bardzo podobny do przebiegu wykresu niklu i molibdenu.

Molibden. Molibden występuje tylko w warstwie dolomitów i łupków. Zawartość jego waha się w granicach 0,002–0,024‰ Mo. Maksimum koncentracji osiąga w poziomie łupku, po czym zawartość jego szybko maleje. Pierwiastek ten nie występuje w dalszej części profilu

i pojawia się dopiero w dolnych partiach piaskowców. W warstwie łupku molibden zachowuje się podobnie jak wanad, co może być wyrazem zależności koncentracji tych pierwiastków od zawartości bituminów w skale.

PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI POSZCZEGÓLNYCH PIERWIASTKÓW I BITUMINÓW

Dla wyjaśnienia szeregu procesów geochemicznych i korelacji duże znaczenie ma odpowiedni dobór par pierwiastków chemicznych, bliskich sobie własnościami fizyczno-chemicznymi, takimi jak wielkości promieni jonowych, potencjałów jonowych i innych. Ze stosunku zawartości tych pierwiastków można wyciągnąć bardziej konkretne wnioski niż na podstawie danych liczbowych. Posługując się kilkoma parami pierwiastków, jak: Ni : V, Cr : Ni, Mn : Ni, Cu : Ni, Sr : Ba, można kontrolować hipotezy dotyczące warunków sedymentacji w danej facji. Jeśli ma się dane o rozprzestrzenieniu w skałach związków organicznych lub bituminów, to zbadanie zależności między pierwiastkami zdolnymi do łączenia się z nimi a tymi bituminami oraz wielkości tego stosunku będą również cennym wskaźnikiem geochemicznym przy odtwarzaniu warunków panujących w danym środowisku w czasie sedymentacji. W zbadanym materiale stwierdzono szereg zależności w zawartościach poszczególnych pierwiastków:

Wanad — bituminy (fig. 4). Współzależność wanadu i bituminów istnieje. Rozrzut punktów jest dość znaczny, ale nawet przy stosunkowo małej ilości wyników wyraźnie grupują się one wzdłuż prostej, będącej wyrazem tej współzależności. Poza tym wyraźnie zaznacza się zróżnicowanie zawartości w zależności od charakteru skał.

Molibden — bituminy (fig. 5). Ta zależność jest jeszcze bardziej wyraźna niż poprzednia. Szczególnie przy dużych koncentracjach rozrzut punktów jest mniejszy. Zróżnicowanie zawartości molibdenu i bituminów w zależności od charakteru serii litologicznej jest w tym przypadku bardziej zauważalne niż w poprzednich.

Nikiel — bituminy (fig. 6). Współzależność istnieje, choć jest mniej zarysowana niż w obu poprzednich przypadkach i również zależy od charakteru skały.

Miedź — bituminy (fig. 7). W zbadanych próbkach zależności tej nie zaobserwowano. Prawdopodobnie jest to spowodowane bardzo małą zmiennością w zawartości miedzi.

Nikiel — kobalt. Wyznaczony na podstawie 28 analiz stosunek Ni : Co wynosi 2 : 1. Współzależność w występowaniu obu tych pierwiastków jest wyraźna we wszystkich warstwach dolnego cechsztynu wiercenia Lębork. Zależność tę stwierdzono również w osadach dolnego cechsztynu niecki północnosudeckiej, gdzie stosunek Ni : Co wynosi także 2 : 1.

Korelacje Ni : V oraz Mo : V wynikają z istnienia zależności Ni : bituminy oraz Mo : bituminy, V : bituminy.

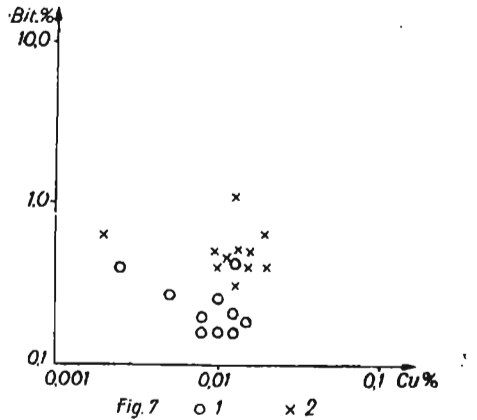
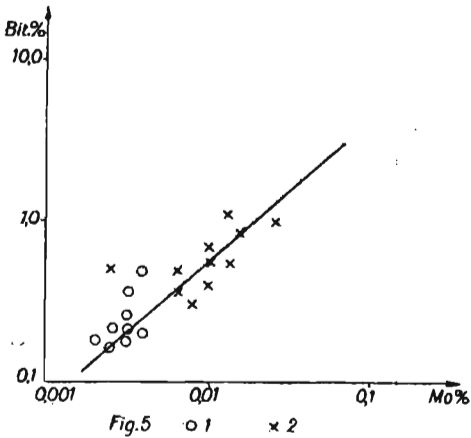
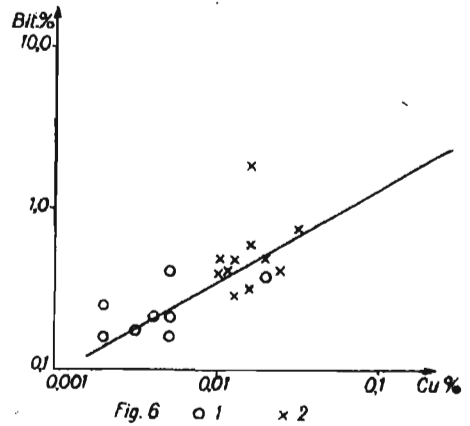
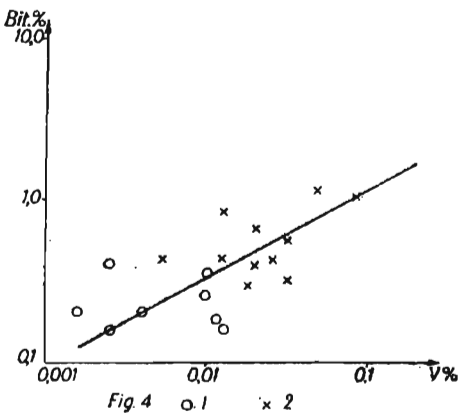


Fig. 4. Zależność zawartości wanadu od ilości bituminów
Interrelation between vanadium content and quantity of bitumina

1 — piaskowce; 2 — łupki
1 — sandstones; 2 — shales

Fig. 5. Zależność zawartości molibdenu od ilości bituminów
Interrelation between molybdenum content and quantity of bitumina

Fig. 6. Zależność zawartości niklu od ilości bituminów
Interrelation between nickel content and quantity of bitumina

Fig. 7. Zależność zawartości miedzi od ilości bituminów
Interrelation between copper content and quantity of bitumina

W związku z zaobserwowaną korelacją nikiel : bituminy, wanad : bituminy, molibden : bituminy, warto wspomnieć o sugestiach szeregu badaczy (V. M. Goldschmidt, 1937, 1944; K. Rankama, 1950; A. P. Winogradow, 1952; B. Mason, 1952; S. M. Kaczenkow, 1959), dotyczących współzależności w występowaniu niektórych pierwiastków śladowych, takich jak: V, Ni, Mo, Cu, a zawartymi w tych osadach bituminami.

Doświadczalnie stwierdzono obecność metaloorganicznych kompleksów porfirynewych, zarówno wanadu, jak i niklu, w bituminach ciężkich, takich jak asfalty i smoły (E. A. Glebowska, 1948). Przy czym zaobserwowano, że porfiryne wanadowe prawie wyłącznie występują w tych grupach bituminów, podczas gdy porfiryne niklowe są bardziej typowe dla lżejszych frakcji naftowych. Obecność niklu w bituminach jest tłumaczona podstawianiem magnezu przez Ni w chlorofilu organizmów roślinnych, ponieważ obydwie te pierwiastki mają identyczne promienie jonowe (Mg — 0,78 Å, Ni — 0,78 Å).

Obecność i rola wanadu w procesach życiowych organizmów nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniona i prawdopodobnie należy tu brać pod uwagę możliwość podstawiania żelaza przez wanad w hemoglobinie krwi niektórych organizmów (P. J. Demienkova, 1955). Stwierdzono niekiedy wysokie zawartości obu tych pierwiastków w bituminach, co utwierdza wielu badaczy w mniemaniu, że na drodze biochemicznej może dojść do znacznych niekiedy koncentracji wanadu i niklu. Doświadczenia wykazały (P. J. Demienkova, 1956; B. Mason, 1952), że wydzielanie się kompleksów porfirynewych zachodzi w środowiskach redukujących, zabezpieczających niższe pH.

W podobnych materiałach z dolnego cechsztynu z rejonu strefy przedsudeckiej nie zdołano zaobserwować we wszystkich przypadkach zależności pomiędzy zawartością Cu, V, Ni i Mo a zawartością bituminów, jaką stwierdzono w próbkach z wiercenia w Lęborku. Należy przypuszczać, że zależność ta istnieje w warstwach łupku bitumicznego, gdzie ilość tych metali, jak i ilość bituminów, jest wysoka. Natomiast występowanie tych pierwiastków w warstwach dolomitów o niskiej zawartości bituminów jest prawdopodobnie uzależnione od innych przyczyn. Przy wyjaśnianiu tych zjawisk należy wziąć pod uwagę warunki lokalne, panujące w danym rejonie obszernego zbiornika cechsztyńskiego, wewnątrz którego istniały środowiska sedymentacyjne o różnych warunkach fizyczno-chemicznych. Znaczną rolę odegrały tu również procesy zarówno syngenetyczne, jak i epigenetyczne, przebiegające w osadach.

Współzależność w występowaniu Ni, V, Mo, być może i Cu, przypuszczalnie zachodziła w miejscach, gdzie istniały warunki środowiska umożliwiające powstawanie kompleksów porfirynewych, np. w warstwach łupkowych. Nie oznacza to jednak, że całkowita zawartość tych pierwiastków występująca w łupkach związana jest w tych kompleksach.

W świetle powyższego można przypuszczać, że występowanie tych pierwiastków w warstwach ubogich w bituminy ma związek raczej z możliwością migracji, jaka mogła mieć miejsce w procesach diagenety. Zjawisko zwiększonej koncentracji metali w warstwach łupkowych utworów cechsztyńskich w materiałach z wiercenia Lębork, a także z rejonu strefy przedsudeckiej, można również tłumaczyć znacznie większą zdolnością absorpcyjną materiału ilastego.

W próbkach z wiercenia Lębork pierwiastki: nikiel, wanad, molibden, poza możliwością występowania w kompleksach porfirynewych, mogą także w wyniku podstawień diadochowych występować w minerałach

kruszcowych niskich temperatur w postaci mikroskopijnych wrostków. Molibden pojawia się właściwie tylko w warstwie łupku. Nasuwa to przypuszczenie, że poza możliwością występowania w kompleksach metaloorganicznych, istnieje możliwość występowania molibdenu w postaci bardzo drobno rozproszonych siarczków lub w innych minerałach, gdzie podstawia diadochowo żelazo. Wanad prawdopodobnie wchodzi w całości w połączenia metaloorganiczne, choć może również zastępować diadochowo żelazo, z którym wiąże go bliskie pokrewieństwo geochemiczne, wynikające między innymi z identycznych promieni jonowych 0,67 Å.

WNIOSKI

Osady dolnego cechsztynu wiercenia w Lęborku pod względem budowy i składu mineralnego przypominają znane z rejonu strefy przed-sudeckiej utwory tego pietra.

Stwierdzono w nich słabą mineralizację Cu-Pb-Zn (chalkopiryt, galena, sfaleryt), występującą głównie w łupku bitumicznym i w spągu dolomitów. Piryt, niezbyt liczny w utworach łupkowych, tworzy duże skupienia w spągu utworów piaszczystych. W dolomitach razem z markasytem występuje na powierzchni pęknięć. W materiale okruchowym piaszczystym stwierdzono również obecność magnetytu.

Siarczki tych metali występują w postaci pojedynczych, drobnych ziarn, sporadycznie w formie cienkich żyłek. Bardzo rzadko tworzą wzajemne przerosty.

W badanym materiale stwierdzono występowanie następujących pierwiastków: Be, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Sr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Ta, Tl, In, Pb, Bi, Nb.

Średnia zawartość miedzi, niklu, kobaltu, wanadu i molibdenu pokrywa się na ogół z wyliczonymi przez D. Greena (1953) klarkami tych pierwiastków dla skał osadowych. W przypadku ołowiu i cynku średnia zawartość jest na ogół wyższa od podanej dla litosfery przez V. M. Goldschmidta (1937) oraz F. W. Clarke'a i H. S. Washingtona (1924).

Pierwiastki Cu, Zn, Ni, Co, Mo, V ulegają wyraźnej koncentracji w partiach łupku bitumicznego. Ołów koncentruje się w spągowej partii dolomitów. W pozostałych warstwach ilość tych pierwiastków nie przekracza średniej dla podobnych typów skał, z wyjątkiem cynku, którego zawartość jest wyższa.

Stwierdzono współzależność w występowaniu wanadu, molibdenu, niklu i bituminów oraz niklu i kobaltu, molibdenu i wanadu, niklu i wanadu.

PIŚMIENNICTWO

- AHRENS L. H. (1950) — Spectrochemical Analysis. Cambridge Massachusetts.
- AHRENS L. H. (1954) — Spectrochemical Analysis of Silicate Rocks. Silicate Minerals and Allied Materials. London.
- DAHLGRÜN F., SEITZ O. (1944) — Die Bohrung Leba in Pommern. Jb. Reichsamt Bodenforsch, nr 63, p. 82—94. Berlin.
- ДУНС Т. (1951) — Медистые сланцы и ассоциированная с ними свинцово-цинковая минерализация в пермских породах Силезии, Германии и Англии. Сборник статей. tłumaczenie z angielskiego. Москва.
- ДЕМЕНКОВА П. Я. (1956) — Связь ванадия и никеля с компонентами нефтей из третичных отложений Албании. Геологический Сборник, 2, выпуск 95, стр. 330—355. Москва.
- JUNNG WOLFGANG (1958) — Zur Feinstratigraphie der Weraanhydrite (Zechstein 1) im Bereich der Sangerhäuser und Mansfelder Mulde. Geologie, 7 Beih. nr 24, p. 1—87. Berlin.
- КАТЧЕНКОВ С. М. (1959) — Малые химические элементы в осадочных породах и нефтях. Ленинград.
- KEMULA W., HULANICKI A. (1956) — Spektralna analiza emisyjna. Warszawa.
- MASON B. (1952) — Principles of Geochemistry. New York, London.
- РАДЧЕНКО О. А. ШЕПИНА Л. С. (1955) — К вопросу о геохимии порфиринов нефтей. Геологический сборник, 83, № 1, стр. 274—332. Москва.
- RANKAMA K., SAHAMA Th. G. (1950) — Geochemistry. Chicago.
- RICHTER-BERNBURG G. (1953) — Stratigraphische Gliederung des deutschen Zechsteins. Zs.D.G. Gesellsch, 105, p. 843—854. Hannover.
- RUSANOW A. K. (1954) — Analiza widmowa rud i minerałów. Warszawa.
- SANDELL E. B. (1959) — Colorimetric Determination of Traces of Metals. Chicago.
- SCHNEIDERHÖHN H. (1923) — Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers N. Jb. Min., Beil-Bd., 47, p. 1—38. Stuttgart.
- SCHOUTEN C. (1946) — The Role of Sulphur Bacteria in the Formation of the so-called Sedimentary Copper Ores and Pyritic Ore Bodies. Ec. Geol., 41, [B], p. 517.
- SCHÜLLER A. (1958) — Die Metallisation im Kupferschiefer und Dolomit des Unteren Zechsteins in den Bohrungen Spremberg. Geologie Jg., 7, nr 3—6, p. 651—675.
- SMULIKOWSKI (1952) — Geochemia. Warszawa.

Анджей РЫДЗЕВСКИ и Халина ВАЖНЫ

**ПЕТРОГРАФО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НИЖНЕЦЕХШТЕЙНОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ИЗ БУРОВОЙ СКВАЖИНЫ ЛЕМБОРК**

Резюме

В работе содержатся результаты петрографо-геохимических исследований нижнецехштейновых образований из буровой скважины Лемборк. Материал основан на пробах взятых из конгломератов, песчаников, битуминозных сланцев и доломитов. Перечисленные породы охватывают около 50 м интервал бурового разреза на глубине от 978,75 до 1027,70 м.

Приводятся данные планиметрических анализов по минеральному составу этих пород и тяжелой фракции в пробах отобранных в песчаниках и конгломератах. Даются результаты количественного спектрального и колориметрического анализов по нескольким характерным рассеянными элементам: Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mo и V. Прослеживается их распределение в изучаемом литологическом профиле и зависимость их содержания от содержания битумов в породе.

Нижнецехштейновые образования из буровой скважины Лемборк были весьма слабо минерализованы медью, свинцом, и цинком. Среди рудоносных минералов этих металлов, наряду с такими минералами как пирит, марказит и магнетит, встречаются халькопирит, галенит, сфалерит.

Элементы Cu, Zn, Co, Ni, Mo и V подвергаются отчетливой концентрации в участках битуминозных сланцев. Свинец концентрируется в подошве доломитов. В остальных слоях количество этих элементов не превышает среднего содержания для аналогичных типов пород, за исключением цинка, содержание которого выше. В изученных пробах установлена взаимозависимость в распространении ванадия, молибдена, никеля и битумов, а также никеля и кобальта, молибдена и ванадия, никеля и ванадия.

Andrzej RYDZEWSKI, Halina WAŻNY

**PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL INVESTIGATIONS OF LOWER
ZECHSTEIN SEDIMENTS FROM LEŃBORK BORE-HOLE**

S u m m a r y

This paper contains the results of the petrographical and geochemical investigations made by the authors of the Lower Zechstein from the Leńbork bore-hole in Pomerania. This research was based on samples taken from the conglomerates, the sandstones, the bituminous shale and the dolomites; altogether, these rocks comprise a height of some dozens of meters from depth 978.75 m. to 1027.70 m.

The authors present their micrometric analyses of the mineral composition of the rocks mentioned, and of the heavy fraction found in the samples collected from the sandstones and conglomerates. They also show the results of their

quantitative spectral and colourimetric determinations of several characteristic trace elements, such as: Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mo and V. Moreover, they investigated the distribution of these trace elements in the lithological column examined, as well as the interdependence between the content of these trace elements and the bitumina content of the rocks.

The Lower Zechstein sediments of the Leńbork bore-hole are sparingly mineralized by copper, lead and zinc. Of ore minerals containing these metals the authors determined: chalcopyrite, galena, sphalerite, alongside other minerals like pyrite, marcasite and magnetite.

The elements: Cu, Zn, Co, Ni, Mo and V are distinctly concentrated in parts of the bituminous shale. Pb appears concentrated in the bottom strata of the dolomites. In the remaining rock layers, the quantity of these elements does not exceed the average occurring in similar rock types, with the exception of zinc which appears in larger quantities. In the samples examined, the authors determined an interrelation in occurrence between vanadium, molybdenum, nickel and bitumina, between nickel and cobalt, between molybdenum and vanadium, and between nickel and vanadium.

TABLICA I

- Fig. 8.** Piaskowiec jasnoszary ze słabo obtoczonym materiałem detrytycznym; w spoiwie gipsowym widoczne drobne kryształki dolomitu.
Otwór Lębork, głęb. 990,9 m, pow. 60 X, nikole skrzyżowane
Light-grey sandstone with feebly rounded detrital material; in the gypsum matrix, tiny dolomite crystals are visible
Lębork bore-hole, depth 990,9 m.; 60 X, crossed nicols
- Fig. 9.** Okruch skały wylewnej z poziomu piaskowca jasnoszarego zbudowany z listewek plagioklazowych i magnetytu (czarny). Występujący poza okruczem minerał nieprzezroczysty — to piryt (czarny).
Otwór Lębork, głęb. 990,7 m, pow. 95 X, nikole równoległe
Fragment of effusive rock from light-grey sandstone horizon, built of thin plagioclase and magnetite (black) lamellae. The opaque mineral appearing beyond the fragment is pyrite (black).
Lębork bore-hole, depth 990,7 m.; 95 X, parallel nicols
- Fig. 10.** Forma przerostów gipsowych w drobnokrystalicznym dolomicie.
Otwór Lębork, głęb. 979,5 m, pow. 64 X, nikole prawie skrzyżowane
Form of gypsum intergrowths in microcrystalline dolomite
Lębork bore-hole, depth 979.5 m.; 64 X, almost crossed nicols
- Fig. 11.** Przerost gipsowy (jasny) w drobnokrystalicznym dolomicie zawierający anhydryt (ziarna szare i jasnoszare w środku przerostu gipsowego).
Otwór Lębork, głęb. 980,1 m, pow. 85 X, nikole prawie skrzyżowane
Gypsum intergrowth (light-coloured) in microcrystalline dolomite, containing anhydrite (dark- and light-grey grains in centre of gypsum intergrowth)
Lębork bore-hole, depth 980.1 m.; 85 X, almost crossed nicols



Fig. 8



Fig. 9

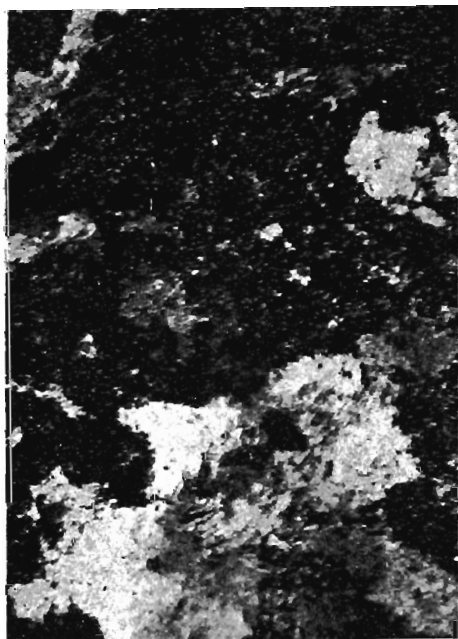


Fig. 10

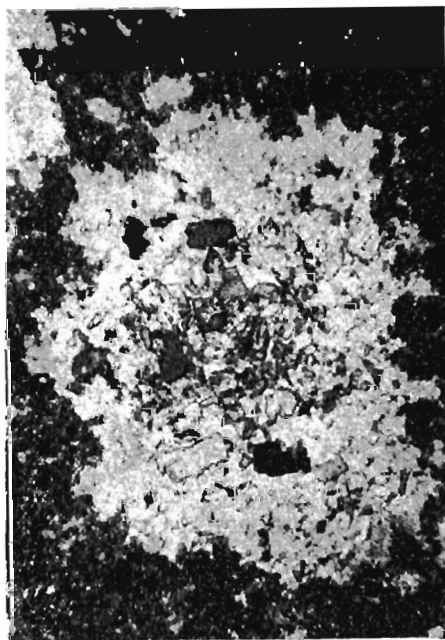


Fig. 11

TABLICA II

Fig. 12. Typ struktury i tekstury dolomitu marglistego. Na ogólnym tle skalnym zbudowanym z mikrokrystalicznego dolomitu widoczne są okruchy kwarcu (białe) i siarczki (czarne).

Otwór Lębork, głęb. 990,55 m, pow. 90 X, nikole równoległe

Type of texture and structure of marly dolomite. On the general rock background built of microcrystalline dolomite, fragments of quartz (white) and sulphides (black) are visible.

Lębork bore-hole, depth 990.55 m.; 90 X, parallel nicols

Fig. 13. Typ struktury i tekstury łupku bitumicznego z partii dolnej. Skała zbudowana jest z mikrokrystalicznego dolomitu, w którym tkwią smugi substancji organiczno-bitumicznej (czarne żyłki), okruchy kwarcu (białe ziarna) i siarczki (czarne ziarna).

Otwór Lębork, głęb. 990,36 — 990,40 m, pow. 90 X, nikole równoległe

Type of texture and structure of bituminous shale, samples taken from its lower part. The rock consists of microcrystalline dolomite, into which are intruded thin bands of an organic bituminous substance (black veinlets), quartz fragments (white grains) and sulphide (black grains).

Lębork bore-hole, depth 990.36 — 990.40 m.; 90 X, parallel nicols

Fig. 14. Typ struktury i tekstury łupku bitumicznego z partii środkowej. Skała zbudowana jest z naprzemianległych smug substancji organiczno-bitumicznej (smugi czarne) i mikrokrystalicznego dolomitu (smugi szare). Materiał detrytyczny (białe ziarna) to głównie kwarc, rzadziej skalenie i okruchy skał.

Otwór Lębork, głęb. 990,15 — 990,20 m, pow. 90 X, nikole równoległe

Type of texture and structure of bituminous shale, samples taken from its middle part. The rock consists of alternating thin bands of an organo-bituminous substance (black bands) and microcrystalline dolomite (grey bands). The detrital material (white grains) is mainly quartz, less frequently feldspars and rock fragments.

Lębork bore-hole, depth 990.15 — 990.20 m.; 90 X, parallel nicols

Fig. 15. Typ struktury i tekstury łupku bitumicznego z partii stropowej. Widoczne są smugi substancji organiczno-bitumicznej naprzemianległe ze smugami jasnymi drobnokrystalicznego dolomitu.

Otwór Lębork, głęb. 989,86 — 989,71 m, pow. 90 X, nikole równoległe

Type of texture and structure of bituminous shale, samples taken from its top part. Visible are thin bands of an organic bituminous substance, alternating with light-coloured bands of microcrystalline dolomite.

Lębork bore-hole, depth 989.86 — 989.71 m.; 90 X, parallel nicols

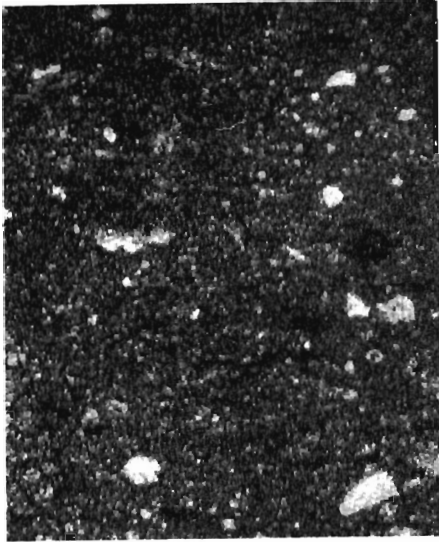


Fig. 12

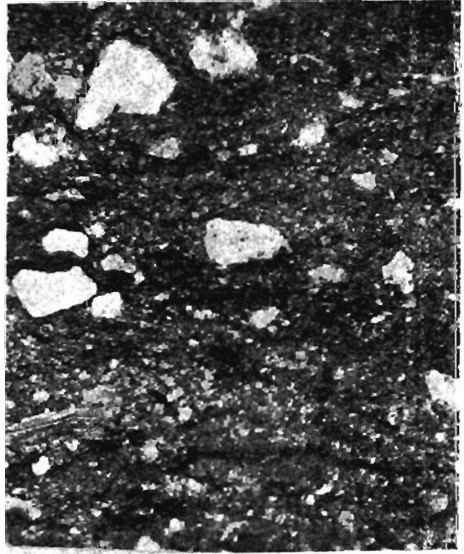


Fig. 13

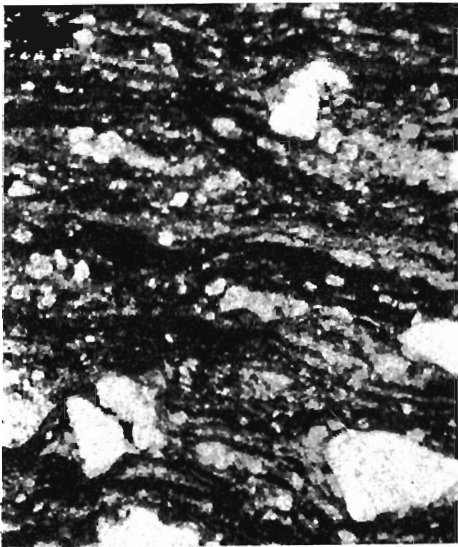


Fig. 14

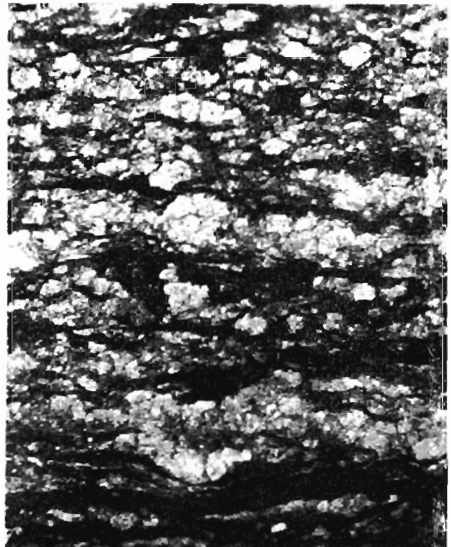


Fig. 15