

Maria HARAPIŃSKA-DEPCIUCH

## Utwory tufogeniczne kredy górnej Nizy Polskiego w otworze wiertniczym Tłuszcz

### WSTĘP

Występowanie utworów tufogenicznych w kredzie górnej na terenie Polski notowane było niejednokrotnie, przede wszystkim na obszarze Karpat. Obecność wkładek tufogenicznych stwierdzono również w niecce miechowskiej w okolicach Włoszczowej (S. Alexandrowicz, W. Parachoniak, 1958), gdzie autorzy w dwu odsłonięciach w Ludyni i w Nowinach znaleźli wkładki bentonitowe, których wiek określono na dolną część górnego kampanu. Poza tym obecność bentonitów, należących do senonu, stwierdzono w zachodnim obrzeżeniu niecki nidziańskiej w okolicy Miechowa (E. Kraus, J. Rutkowski, 1962). Natomiast występowanie utworów tufogenicznych na terenie Nizy Polskiego dotychczas nie było notowane poza jedną wzmianką Z. Sujkowskiego (1931), który w osadach kredy piszącej w wierceniu Lublin stwierdził (w częściach nierozpuszczalnych) świeże skalenie oraz „czerwono zabarwiony produkt rozkładu jakiegoś minerału, prawdopodobnie szkliva wulkanicznego”. Osady te, z głębokości około 505,0 m, W. Pożaryski (1938) zaliczył do kampanu dolnego.

Opracowując utwory kredy górnej z otworu wiertniczego Tłuszcz stwierdziłam na głębokości 506,1÷506,3 m wkładkę bentonitów miąższości 20 cm, występującą wśród kredy piszącej, należącej do kampanu dolnego, a więc odpowiadającej wiekowo utworom tufogenicznym opisanym przez Z. Sujkowskiego (1931). Osady kredy górnej w otworze wiertniczym Tłuszcz, łącznej miąższości 573,0 m, leżą na głębokości 205,0÷778,0 m. Profil litologiczny tych osadów przedstawia fig. 1. Obok podany jest powiększony profil wkładki bentonitowej, w której wyróżniono 5 warstewek.

### OPIS PETROGRAFICZNY

Bentonity z poszczególnych warstewek wykazują makroskopowo zupełnie odmienny charakter. Bentonit  $c_1$ , a więc z najniżej leżącej warstewki, jest barwy ciemnoszarej z dość licznymi rdzawymi skupienia-

mi wodorotlenków żelaza, słabo zwięzły, w wodzie bardzo silnie i gwałtownie pęcznieje rozsypując się na drobną, tłustą w dotyku zawiesinę. Wyżej leżący bentonit  $c_2$  jest również ciemnoszary z wprysnięciami materiału jasnoszarego, występującymi w postaci wydłużonych soczewek. Skala ta jest bardziej zwięzła, w wodzie pęcznieje szybko i rozpada się na drobną zawiesinę. Bentonit  $c_3$ , z trzeciej z kolei warstewki, jest barwy

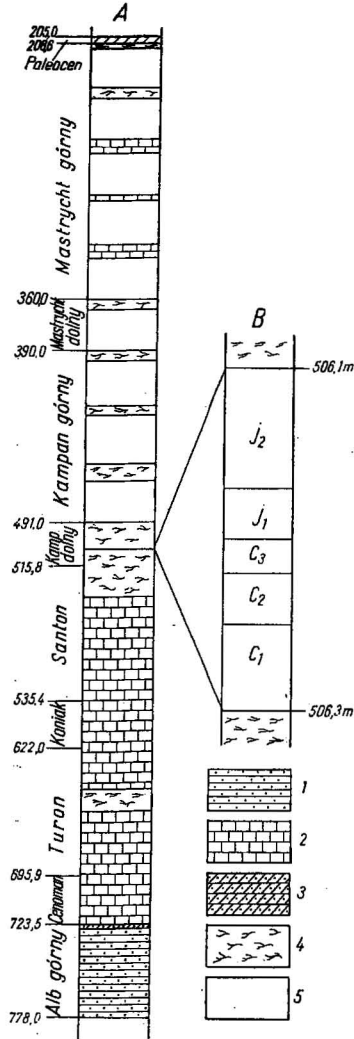


Fig. 1. Profil litologiczny osadów górnej kredy z otworu Tłuszcz IG-1 (A) oraz profil wkładki bentonitowej (B)

Lithological cross section of the Uper Cretaceous deposits pierced by the bore hole Tłuszcz IG-1 (A), and lithological cross section of bentonite intercalation (B)

1 — piaskowce glaukonitowe; 2 — wapień; 3 — margle piaszczyste; 4 — kreda pizująca; 5 — odcinek nie rdzenlowany;  $c_1$  — warstewka bentonitowa ciemnoszara, krucha z licznymi jasnymi skupieniami;  $c_2$  — warstewka bentonitowa ciemnoszara, łupiąca się na cienie laminy z licznymi rdzawymi soczewkowymi skupieniami uwodnionych cienków żelaza;  $c_3$  — warstewka bentonitowa jasnozielona, zbita i twarda;  $j_1$  — warstewka bentonitowa jasnoszara, krucha, łupiąca się na laminy;  $j_2$  — warstewka bentonitowa jasnoszara, zbita i twarda

1 — glauconite sandstones; 2 — limestones; 3 — arenaceous marls; 4 — chalk; 5 — non-cored interval;  $c_1$  — dark grey, friable bentonite lamina with numerous light concentrations;  $c_2$  — dark grey, bentonite lamina splitting into thin laminae, disclosing numerous rusty, lens-shaped concentrations of hydrated iron oxides;  $c_3$  — light green, compact and hard bentonite lamina;  $j_1$  — light grey, friable bentonite lamina, splitting into thin laminae;  $j_2$  — light grey, compact and hard bentonite lamina

szarozielonej słabo zwięzły, o łupkowej teksturze; w wodzie pęcznieje wolniej rozsypując się stopniowo. Skala z warstewki  $j_1$  jest barwy jasnoszarej, krucha, łupiąca się na podłużne laminy, w wodzie pęcznieje i rozsypuje się wolno. Następna warstewka —  $j_2$  — leżąca najwyżej jest również barwy jasnoszarej, lecz dość twarda i zwięzła. Zanurzona w wodzie pęcznieje bardzo wolno, rozpadając się stopniowo w miarę wchłaniania wody.

Pod mikroskopem skała z najniższej części warstewki  $c_1$  wykazuje strukturę krystaloklastyczno-aleurytowo-psamitową, teksturę słabo kierunkową. Główną masę stanowi drobnouseczkowy montmorylonit, w którym występują pojedyncze krystaloklasty kwarcu oraz skaleni średnicy  $0,02\div 0,1$  mm. Wśród skaleni wyróżniono plagioklasy zbliżone według prawa albitowego. Ponadto występują skalenie nie zbliżone, bez wyraźnej łupliwości, o współczynniku załamania światła znacznie niższym od balsamu kanadyjskiego. Skaleni tych w płycie cienkiej dokładnie nie zidentyfikowano. Są też obecne okruchy drobnokrystalicznego ciasta skalnego o nie rozpoznawalnych składnikach, przeważnie zbrunatniałe, silnie przeobrażone, impregnowane ciemnym pigmentem. Rzadziej są to okruchy rekrystalizującego się szkliwa. Sporadycznie trafiają się też blaszki muskowitu oraz silnie rozłożonego biotyту. W montmorylonitowym tle skalnym występują w nieznacznej ilości skupienia kryptokrystalicznego kalcytu. Opisywany bentonit przedstawiony jest na tabl. I, fig. 3.

Skały z wyższych partii warstewki  $c_1$  oraz z warstewek  $c_2$  i  $c_3$  wykazują pod mikroskopem strukturę pelityczno-aleurytową, teksturę bezkierunkową. Głównym składnikiem jest drobnouseczkowy montmorylonit z nieznaczną domieszką pelitycznej substancji węglanowej, której zawartość zwiększa się stopniowo ku stropowi. Składników piroklastycznych na ogół brak, występują natomiast akcesorycznie kalcytowe skorupki fauny otwornicowej.

Skały z warstewek  $j_1$  i  $j_2$  są analogiczne do skał opisanych, z tym że podstawowym składnikiem jest tu pelityczna substancja węglanowa.

Z poszczególnych warstewek wykonano analizy części nierozpuszczalnych w 10% HCl, na których podstawie stwierdzono dość znaczne różnice w procentowej zawartości  $\text{CaCO}_3$  oraz materiału piroklastycznego. Do analizy brano 50 g próbki, które rozpuszczano w 10% HCl, następnie sączono, suszono i ważono. Zważony materiał szlamowano przez sito o średnicy oczek 0,06 mm, pozostałość na sicie suszono i ważono. Wyniki analiz części nierozpuszczalnych zestawione są w tab. 1.

Jak widać z tej tabeli, próbka z warstewki  $c_1$ , a więc spągowej, zawiera największą ilość substancji nierozpuszczalnej, składającej się głównie z montmorylonitu. W wyżej leżących następnych dwóch warstewkach bentonitowych zmniejsza się zawartość części nierozpuszczalnych na korzyść węglanów, niemniej dominującym składnikiem jest materiał ilasto-mułkowy. W najwyższej leżących warstewkach  $j_1$  i  $j_2$  zawartość materiału nierozpuszczalnego, w tym frakcji  $> 0,06$  mm, znacznie się zmniejsza, dominuje natomiast zawartość  $\text{CaCO}_3$ :  $86,4\div 90,4\%$ . Jest to w zasadzie kreda piszcząca z dość znaczną zawartością materiału ilastego.

Z materiału piroklastycznego (powyżej 0,06 mm), uzyskanego po wyszlamowaniu poszczególnych próbek (oprócz próbki z warstewki  $j_1$ ), wykonano preparaty proszkowe, które następnie przejrano pod mikroskopem. W preparatach stwierdzono różnice w uziarnieniu. Najgrubsze ziarna występują w bentonicie  $c_1$ , gdzie ich średnica waha się w granicach  $0,06\div 0,2$  mm, sporadycznie dochodzi do 0,3 mm. W bentonicie  $c_2$  oraz  $c_3$  wielkość ziarn waha się w granicach  $0,06\div 0,1$  mm. W próbkach

z warstewek  $j_1$  i  $j_2$ , a więc stropowych, średnica ziarn materiału najgrubszego nie przekraczała 0,08 mm.

Fracja klastyczna czterech warstewek składa się z ostrokrawędzistych okruchów kwarcu, skaleni, ciasta skalnego, szkliwa i nieznacznej ilości muskowitu. Ponadto dość licznie występują szarooliwkowe okruchy, pozbawione ostrych krawędzi, silnie zmontmorylonityzowane, zapewne produkty przemiany ciasta skalnego i szkliwa. Zanik ostrych krawędzi spowodowany jest tu przypuszczalnie samym procesem montmorylonityzacji.

Tabela 1

Zestawienie procentowej zawartości części rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych z warstewek bentonitowych

Próbka	Części nierozpuszczalne w % wag.		Części rozpuszczalne w % wag.
	> 0,06 mm	< 0,06 mm	węglany
$j_2$	0,02	9,58	90,4
$j_1$	0,04	13,56	86,4
$c_3$	0,10	84,10	15,8
$c_2$	0,44	84,56	15,0
$c_1$	0,54	91,06	8,4

Akcesorycznie występują też biotyt, granaty, hornblenda, cyrkon i rutil. Oprócz tych wszystkich składników, które można uznać za frakcję piroklastyczną, sporadycznie występują kwarcie dobrze obtoczone, z reguły w ziarnach większych — około 0,3 mm — oraz glaukonit, pochodzące niewątpliwie z resedymantacji.

Kwarc piroklastyczny bezbarwny i szklisty występuje, jak już wspomniano, w postaci ostrokrawędzistych okruchów często o przełamie muszlowym.

Skalenie występują również w okruchach ostrokrawędzistych z wyraźną tendencją ku odłupkom bardziej spłaszczonym. Wśród skaleni wyróżniono trzy zasadnicze ich rodzaje:

1. Skalenie nie zbliźniaczone, bez łupliwości, o współczynnikach załamania światła wyraźnie niższych od balsamu kanadyjskiego, zbliżone kształtem i pokrojem do piroklastów kwarcu. Skalenie te próbowałam oznaczyć na stoliku Fiodorowa, ale w zdecydowanej większości osobników, pomijając trudność oznaczeń w tego rodzaju preparatach, płaszczyzna osi optycznych leżała w płaszczyźnie preparatu. W dwóch przypadkach udało się zmierzyć kąt  $2V_\alpha \approx 45^\circ$ . Na tej podstawie można przyjąć, że jest to anortoklaz lub sanidyn sodowy.

2. Skalenie zbliźniaczone albitowo ze słabo zaznaczoną łupliwością lub bez łupliwości, o współczynnikach załamania światła zbliżonych do balsamu kanadyjskiego. Skalenie te oznaczono na stoliku Fiodorowa jako oligoklaz o zawartości 20÷25 An.

3. Skalenie zbliźniaczone albitowo o współczynnikach załamania światła znacznie wyższych od balsamu kanadyjskiego oznaczone jako andezyn o zawartości 38÷45% An.

W nieznacznym ilościach występują również plagioklasy o zawartości anortytu pośredniej pomiędzy tymi dwoma członami.

Okruchoy felzytowego ciasta skalnego są barwy oliwkoszarej, z licznymi ciemnymi wrostkami. Brzegi tych okruców nie są już tak ostre jak w przypadku ziarn kwarcu czy też skaleni. W okrucach tych często zaznacza się montmorylonityzacja i obserwuje się ciągle przejścia aż do prawie czystego montmorylonitu. W takich przypadkach okruchoy te tracą swą ostrokrawędzistość i wykazują formy zaokrąglone.

Szklivo wulkaniczne o współczynnikach niższych od balsamu kanadyjskiego, występujące w okrucach o nieco zaokrąglonych krawędziach, jest barwy żółtawoszarej, przeważnie o powierzchni matowo-ospowatej, przypuszczalnie wskutek wtórnych procesów montmorylonityzacji. Podobnie jak w przypadku ciasta skalnego obserwuje się i tutaj proces montmorylonityzacji o różnym stopniu zaawansowania.

Muskowit występuje w postaci ksenomorficznych blaszek, na ogół nieco większych niż pozostałe składniki frakcji piroklastycznej.

Biotyt podobnie jak muskowit występuje w blaszkach ksenomorficznych. Jest on na ogół silnie rozłożony, co zaznacza się wydzieleniem uwodnionych tlenków żelaza oraz spadkiem dwójłomności.

Hornblenda, którą stwierdzono w kilku przypadkach w kształtach słupkowych idiomorficznych, ma słabo zaznaczoną łupliwość, wydłużenie dodatnie i pleochroizm:  $\gamma$  — bardzo ciemnozielonooliwkowy,  $\alpha$  — zielonooliwkowy. Zmierzony na stoliku Fiodorowa kąt  $z/\gamma$  na ścianie 010 wynosi  $16^\circ$ .

Granaty występują w ksenomorficznych ostrokrawędzistych ziarnach barwy różowawej.

Cyrkon ma postać idiomorficznych kryształów pryzmatycznych o barwie jasnoróżowej.

Rutyl występuje w postaci idiomorficznych wydłużonych słupkowych kryształów barwy brązowoczerwonej.

Procentowe zawartości głównych składników frakcji piroklastycznej dla bentonitów z poszczególnych warstewek przedstawione są w tab. 2.

#### TERMICZNA ANALIZA RÓŻNICOWA

Ze wszystkich 5 warstewek wkładki tufogenicznej wykonano analizy termiczne. Próbkę do analiz przygotowano przez utarcie skały i przesianie na sicie 0,06 mm.

Na podstawie krzywych analiz termicznych (fig. 2) w próbkach z warstewki  $c_1$  i  $c_2$  stwierdzono, że głównym składnikiem jest montmorylonit, gdyż występują tu charakterystyczne dla niego efekty endotermiczne w zakresie temperatur około  $130^\circ$ ,  $640^\circ$ ,  $860\div 900^\circ\text{C}$ . Wprawdzie dla czystego montmorylonitu ostatni efekt endotermiczny powinien przypaść na temperaturę  $800\div 850^\circ\text{C}$ , ale w bentonitach, które nie są zupełnie czystym montmorylonitem, efekt ten przesuwa się właśnie w okolice temperatury około  $900^\circ\text{C}$  (M. Eliaś, M. Stóvik, L. Zahradnik, 1957). Dodatkowe nieznaczne efekty egzotermiczne w zakresie temperatur około  $400^\circ\text{C}$  spowodowane są przypuszczalnie nieznacznymi domieszkami pirytu.

Tabela 2

Zestawienie procentowej zawartości materiału piroklastycznego z poszczególnych warstwek bentonitowych

Próbka	Kwarc	Skalenie alkaliczne	Plagioklasy		Ciasto skalne	Szklivo	Muskowit
			oligoklaz	andezyn			
$j_1$	63,5	10,9	1,8	3,6	14,9	3,2	2,1
$c_3$	59,6	12,0	3,4	3,6	14,6	4,8	2,0
$c_2$	56,8	14,7	3,9	4,3	13,6	5,7	1,0
$c_1$	60,5	14,3	8,7	2,7	8,8	2,6	2,3



Krzywa termiczna dla próbki z warstewki  $c_3$  ma efekty endotermiczne analogiczne, z tym że w zakresie temperatur  $130^\circ\text{C}$  i  $640^\circ\text{C}$  są one już znacznie mniejsze, natomiast zwiększony jest nieproporcjonalnie efekt endotermiczny w temperaturze  $850^\circ\text{C}$ . Świadczyłoby to o niższej zawartości montmorylonitu, a wyższej zawartości kalcytu.

W próbce z warstewki  $j_1$  efekty endotermiczne w zakresie  $130^\circ$  i  $630^\circ\text{C}$  jeszcze bardziej się zmniejszają, niewspółmiernie wzrasta natomiast efekt endotermiczny kalcytowy ( $850^\circ\text{C}$ ), co wskazywałoby, że głównym składnikiem jest tu kalcyt z nieznaczną domieszką montmorylo-

Fig. 2. Krzywe termicznych analiz różnicowych bentonitów z poszczególnych warstwek  
Curves of thermal differential analyses of bentonites from the individual laminae

Objaśnienia jak na fig. 1  
Explanations as on Fig. 1

nitu. W ostatniej próbce  $j_2$  efekty endotermiczne montmorylonitu znikają zupełnie, występuje jedynie silny efekt endotermiczny w zakresie  $930^\circ\text{C}$ , charakterystyczny dla kalcytu.

#### BADANIA RENTGENOGRAFICZNE

Z warstwek bentonitowych  $c_1$ ,  $c_2$  i  $c_3$  wykonano analizy rentgenograficzne. Wyniki analiz zestawiono w tab. 3, załączając równocześnie dla porównania testy montmorylonitu i kalcytu według W. I. Michiejewa (1957).

Na podstawie uzyskanych rentgenogramów można uznać, że we wszystkich trzech próbkach głównym składnikiem jest montmorylonit z nieznaczną domieszką kalcytu. Ilość kalcytu wyraźnie wzrasta w próbce 3, a więc w bentonicie z warstewki  $c_3$ .

Tabela 3

## Dane liczbowe rentgenogramów proszkowych

Lp.	1		2		3		4		5	
	d (A°)	I	d (A°)	I	d (A°)	I	d (A°)	I	d (A°)	I
1	14,96	10	14,71	10	14,96	10	15,3	10	—	—
2	10,04	3	10,04	3	10,04	3	—	—	—	—
3	4,96	2	4,96	3	4,96	2	5,1	6	—	—
4	4,47	8	4,47	7	4,47	6	4,45	10	—	—
5	3,88	3	3,88	2	3,88	6	—	—	3,85	2
6	3,31	3	3,31	2	3,31	3	—	—	3,34	4
7	3,00	8	3,00	8	3,00	8	3,07	8	3,03	10
8	2,57	5	2,57	3	2,57	2	2,55	10	—	—
9	2,50	5	2,50	3	2,48	7	2,50	6	2,49	5
10	2,28	3	2,28	3	2,28	7	—	—	2,28	6
11	2,09	3	2,09	3	2,07	7	—	—	2,09	7
12	1,91	6	1,91	6	1,91	6	—	—	1,91	8
13	1,87	6	1,87	6	1,86	6	—	—	1,87	9
14	1,69	3	1,68	2	—	—	1,69	7	—	—
15	1,59	3	1,60	2	1,60	3	—	—	1,60	6
16	1,49	7	1,49	5	1,51	3	1,49	9	1,52	6
17	1,43	2	1,43	1	1,43	3	—	—	1,44	5
18	1,29	3	1,29	2	1,29	3	1,29	7	1,29	3
19	1,24	3	1,24	2	1,24	2	1,24	5	1,23	3
20	—	—	—	—	1,17	2	—	—	1,18	4
21	—	—	—	—	1,15	3	—	—	1,15	6
22	—	—	—	—	1,04	3	—	—	1,04	10

Objaśnienia: 1 — zdjęcie bentonitu z warstewki  $c_1$ ; 2 — zdjęcie bentonitu z warstewki  $c_2$ ; 3 — zdjęcie bentonitu z warstewki  $c_3$ ; 4 — test dla montmorylonitu wg. W. I. Michiejewa (1957, tabl. 881c); 5 — test dla kalcytu wg. W. I. Michiejewa (1957, tabl. 424). Warunki promieniowania: Cu  $K_{\alpha}$  14 mA, 50 KV czas ekspozycji 22 godz.

Analizy wykonał: M. Stępniewski z Zakładu Geochemii IG.

## BADANIA CHEMICZNE

Analizy chemiczne skał wykonano z warstewek  $c_1$ ,  $c_2$  i  $c_3$ . Ponadto z warstewek  $c_2$  i  $c_3$  wykonano analizy czystego montmorylonitu, który uzyskano szlamując przez sito o średnicy oczek 0,06 mm rozpuszczone w wodzie próbki, w celu usunięcia grubszego materiału klastycznego. Przeszlamowany materiał poniżej 0,06 mm zadawano stopniowo 2% kwasem solnym do całkowitego rozłożenia się występującego w tych próbkach węglanu wapnia. Uzyskaną zawiesinę ilastą odwirowywano na wirówce, zbierając warstewkę najdrobniejszą, składającą się głównie z montmorylonitu, którego wielkość blaszek wahała się w granicach 0,01÷0,04 mm.

Wyniki tych wszystkich analiz przedstawione są w tab. 4. W tabeli tej dla porównania zamieszczono również analizę chemiczną bentonitu występującego w wapieniach turonu na terenie płyty wołyńsko-podolskiej, w miejscowości Koropeć (I. D. Gofsztajn, M. B. Ripun, 1959).

Tabela 4

## Analizy chemiczne bentonitów w % wag.

Składniki	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	50,99	45,13	34,86	49,45	53,51	50,43
TiO <sub>2</sub>	0,36	0,36	0,24	0,25	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,14	13,53	10,06	16,19	16,12	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,02	2,84	1,83	1,53	3,13	2,33
FeO	0,50	0,67	0,54	0,04	0,45	0,60
MgO	3,79	2,93	1,44	4,48	3,39	3,12
CaO	3,82	11,75	22,54	4,44	2,60	3,35
Na <sub>2</sub> O	0,74	0,66	0,65	0,10	—	—
K <sub>2</sub> O	0,65	0,60	0,63	0,14	0,32	0,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	0,14	0,17	—	—	—
H <sub>2</sub> O+	5,13	5,12	3,94	10,02	7,84	7,54
H <sub>2</sub> O—	10,34	9,16	7,23	13,22	12,41	16,30
Strata prażenia	3,03	6,80	15,21	—	—	—
Suma	98,65	99,68	99,34	99,88	99,93	99,70

Objaśnienia: 1 — bentonit z warstewki c<sub>1</sub>; 2 — bentonit z warstewki c<sub>2</sub>; 3 — bentonit z warstewki c<sub>3</sub>; 4 — bentonit z Podola; 5 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>2</sub>; 6 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>3</sub>.  
Analizy chemiczne 1–3 i 5–6 wykonał A. Chabło z Zakładu Mineralogii i Petrografii IG.

Tabela 5

## Analizy chemiczne betonitów przeliczone na zawartość substancji ilastej w % wag.

Składniki	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	55,63	53,67	52,14	53,51	50,43
TiO <sub>2</sub>	0,39	0,43	0,36	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,51	16,09	15,05	16,12	15,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,39	3,38	2,73	3,13	2,33
FeO	0,55	0,80	0,81	0,45	0,60
MgO	4,14	3,48	2,15	3,39	3,12
CaO	—	3,68	8,14	2,60	3,35
Na <sub>2</sub> O	0,81	0,79	0,97	—	—
K <sub>2</sub> O	0,71	0,71	0,94	0,32	0,48
H <sub>2</sub> O+	5,59	6,08	5,89	7,84	7,54
H <sub>2</sub> O	11,28	10,87	10,81	12,41	16,30
Suma	100,00	99,98	99,99	99,93	99,70

Objaśnienia: 1 — bentonit z warstewki c<sub>1</sub>; 2 — bentonit z warstewki c<sub>2</sub>; 3 — bentonit z warstewki c<sub>3</sub>; 5 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>2</sub>; 6 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>3</sub>.

Analizy chemiczne potwierdzają dane termiczne i rentgenograficzne, z których wynikało, że w próbce z warstewki c<sub>1</sub> występuje najmniejsza ilość kalcytu, natomiast zawartość jego wzrasta w próbce z warstewki c<sub>2</sub> i jeszcze bardziej z warstewki c<sub>3</sub>.



Tabela 6

Ilości jonów przeliczone na 10 (O) i 2 (OH)

Składniki	1	2	3	4	5
Ca	—	0,28	0,64	0,20	0,28
Na	0,11	0,11	0,14	—	—
K	0,06	0,07	0,09	0,03	0,04
Al	1,33	1,24	1,16	1,20	1,36
Ti	0,02	0,02	0,03	—	—
Fe <sup>3+</sup>	0,23	0,18	0,15	0,18	0,21
Fe <sup>2+</sup>	0,03	0,05	0,05	0,03	0,04
Mg	0,44	0,37	0,24	0,36	0,37
Si	3,95	3,87	3,85	3,84	4,01
Al	0,05	0,13	0,15	0,16	—
OH	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
H <sub>2</sub> O	2,99	3,08	3,11	3,84	5,32

Objaśnienia: 1 — bentonit z warstewki c<sub>1</sub>; 2 — bentonit z warstewki c<sub>2</sub>; 3 — bentonit z warstewki c<sub>3</sub>; 5 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>2</sub>; 6 — czysty montmorylonit z warstewki c<sub>3</sub>.

Tabela 7

Wzory strukturalne montmorylonitu z poszczególnych próbek obliczone na podstawie przeliczeń analiz chemicznych

- 1 — Na<sub>0,11</sub>K<sub>0,06</sub>(Al<sub>1,33</sub>Ti<sub>0,02</sub>Fe<sub>0,23</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0,03</sub><sup>2+</sup>Mg<sub>0,44</sub>)(Si<sub>3,95</sub>Al<sub>0,05</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>·2,99 H<sub>2</sub>O
- 2 — Ca<sub>0,28</sub>Na<sub>0,11</sub>K<sub>0,07</sub>(Al<sub>1,24</sub>Ti<sub>0,02</sub>Fe<sub>0,18</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0,05</sub><sup>2+</sup>Mg<sub>0,37</sub>)(Si<sub>3,87</sub>Al<sub>0,13</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>·3,08 H<sub>2</sub>O
- 3 — Ca<sub>0,64</sub>Na<sub>0,14</sub>K<sub>0,09</sub>(Al<sub>1,16</sub>Ti<sub>0,03</sub>Fe<sub>0,15</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0,05</sub><sup>2+</sup>Mg<sub>0,24</sub>)(Si<sub>3,85</sub>Al<sub>0,15</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>·3,11 H<sub>2</sub>O
- 5 — Ca<sub>0,20</sub>K<sub>0,03</sub>(Al<sub>1,20</sub>Fe<sub>0,18</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0,03</sub><sup>2+</sup>Mg<sub>0,36</sub>)(Si<sub>3,84</sub>Al<sub>0,16</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>·3,84 H<sub>2</sub>O
- 6 — Ca<sub>0,28</sub>K<sub>0,04</sub>(Al<sub>1,36</sub>Fe<sub>0,21</sub><sup>3+</sup>Fe<sub>0,04</sub><sup>2+</sup>Mg<sub>0,37</sub>)(Si<sub>4,01</sub>O<sub>10</sub>)(OH)<sub>2</sub>·5,32 H<sub>2</sub>O

Według analiz chemicznych zawartości kalcytu dla tych próbek wyliczone ze strat prażenia, które można przyjąć jako zawartość CO<sub>2</sub>, wynoszą odpowiednio dla: c<sub>1</sub> = 6,80% CaCO<sub>3</sub>, c<sub>2</sub> = 15,46% CaCO<sub>3</sub>, c<sub>3</sub> = 32,31% CaCO<sub>3</sub>.

W celu uzyskania porównywalności chemizmu materiału ilastego, reprezentowanego przez montmorylonit, z analiz tych odrzucono P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> straty prażenia oraz odpowiadającą im stechiometrycznie zawartość CaO i przeliczono na 100%. Tak przeliczone analizy łącznie z analizami czystego montmorylonitu przedstawione są w tab. 5.

Jak wynika z przeliczonych analiz, frakcje ilaste podanych próbek z warstewek c<sub>1</sub>, c<sub>2</sub> i c<sub>3</sub> różnią się pod względem zawartości krzemionki, glinki, żelaza, magnezu i wapnia, przy czym w różnicach tych zachodzi wyraźna prawidłowość. Najniżej leżąca warstewka c<sub>1</sub> wykazuje najwyższą zawartość krzemionki, glinki, żelaza i magnezu, a najniższą — wapnia i potasu. W najwyższej leżącej warstewce c<sub>3</sub> te same składniki

osiągają natomiast najniższe wartości, a zawartość wapnia, potasu i sodu jest najwyższa. W warstewce  $c_2$  leżącej pomiędzy nimi prawie wszystkie te składniki posiadają wartości pośrednie. Można na podstawie tego wnioskować, że najniższa warstewka  $c_1$  musiała być pierwotnie najbardziej wzbogacona w femiczne składniki bogate w żelazo, magnez i glin, których zawartość w górę profilu stopniowo zmniejszała się na korzyść składników jasnych, bogatych w wapień, potas i sód, a więc skalenie.

W przypadku analiz wyszlamowanego montmorylonitu z warstewek  $c_2$  i  $c_3$  analizy te pod względem głównych składników nie różnią się zasadniczo od składu montmorylonitu przeliczonego z analizy samej skały. Wyraźne różnice występują natomiast w zawartości wapnia, która w montmorylonitach szlamowanych jest niewspółmiernie niższa. Można to wytłumaczyć częściowym wylugowaniem wapnia z montmorylonitu przez kwas solny, którym były traktowane te próbki, podobnie zresztą jak pewne ilości żelaza, sodu i potasu.

Na podstawie analiz chemicznych obliczono dla substancji ilastych ilości jonów przeliczonych na 10 (O) i 2 (OH), które zestawiono w tab. 6.

Wyliczone wzory strukturalne na podstawie danych piśmiennictwa bardzo dobrze odpowiadają wzorom strukturalnym uzyskanym z przeliczeń analiz chemicznych bentonitów, gdzie głównym składnikiem jest montmorylonit.

Ze wzorów tych wynika, że najbardziej glinowy oraz z największą ilością żelaza i magnezu jest montmorylonit z warstewki  $c_1$ , a więc najniżej leżącej; w górę profilu — w warstewkach  $c_2$  i  $c_3$  — zawartość tych składników stopniowo zmniejsza się, a niedobór ten kompensowany jest wzrostem zawartości wapnia, sodu i potasu. Zmniejszone zawartości wapnia, sodu i potasu w montmorylonitach szlamowanych z warstewek  $c_2$  i  $c_3$ , jak już wspomniano, należy tłumaczyć wylugowaniem tych składników kwasem solnym w czasie rozkładania skały.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można jednoznacznie orzec, że jest to wkładka bentonitowa pochodzenia tufogenicznego, szczególnie jej dolne warstewki  $c_1$ ,  $c_2$ , i  $c_3$ , których głównym składnikiem jest montmorylonit zanikający w wyższych warstewkach  $j_1$  i  $j_2$ .

Materiałem pierwotnym były przypuszczalnie popioły wulkaniczne opadające bezpośrednio do zbiornika sedymentacyjnego. Przemawia za tym segregacja zresztą niezbyt obfitej frakcji krystaloklastycznej. Najgrubsza i najliczniejsza jest ona w najniższej warstewce, a ku górze zmniejsza się zarówno jej ilość, jak i miąższość. Wniosek ten potwierdzają również analizy chemiczne, które wykazały, że najniższa warstewka najbogatsza jest w składniki femiczne, których zawartość w górę profilu znacznie się zmniejsza. Tłumaczyć to można tym, że minerały femiczne jako cięższe w środowisku wodnym szybciej opadały i w dolnej warstewce nastąpiła ich względna koncentracja w stosunku do składników jasnych. Za bezpośrednim opadaniem popiołów wulkanicznych do morza przemawia też ostrokrawędzistość okruchów, a więc brak jakiej-

kolwiek obróbki mechanicznej materiału, jak również fakt występowania zarówno w spągu, jak i w stropie, wkładki bentonitowej, kredy piśzącej, której sedymentacja zachodzi w warunkach wykluczających możliwość doniesienia większych ilości materiału terygenicznego. Słabe tekstury kierunkowe oraz minimalną zawartość kwarcu terygenicznego i glaukonitu można tłumaczyć nieznacznym prądowaniem spowodowanym, być może, samą działalnością wulkaniczną.

Na podstawie analiz chemicznych, a szczególnie zawartości żelaza (4,52% wag.) i magnezu (3,79% wag.), które reprezentują raczej pierwotną zawartość tych składników w skale oraz na podstawie frakcji krystaloklastycznej, w której obok skałeni alkalicznych występuje oligoklaz i andezyn, można wnioskować, że skałami macierzystymi dla popiołów wulkanicznych były skały zbliżone do dacytów.

O źródle magmatycznym tych popiołów wulkanicznych na podstawie tego jednego występowania utworów tufogenicznych na Nizy Polskim trudno coś powiedzieć. Być może, wiąże się ono z kredowym magmatyzmem karpackim, jakkolwiek nie wykluczone są inne źródła.

Liczne notowania wkładek tufogenicznych w osadach kredy górnej na Nizy Niemiec i Danii (I. Valeton, 1959, 1960) oraz stwierdzenie bentonitów kredowych na płycie wołyńsko-podolskiej (I. D. Gofsztajn, M. B. Ripun, 1959) wskazuje, że wulkanizm kredowy był zjawiskiem powszechnym również poza terenem Karpat.

W tej sytuacji wydaje się, że występowanie wkładek tufogenicznych na Nizy Polskim powinno być bardziej powszechne i nie może ograniczać się do tego jednego stanowiska.

\* \* \*

Na zakończenie składam podziękowania Panu Profesorowi Doktorowi A. Łaszkiwiczowi za cenne uwagi.

Zakład Mineralogii i Petrografii  
Instytutu Geologicznego  
Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Nadesłano dnia 9 lipca 1968 r.

#### PIŚMIENICTWO

- ALEXANDROWICZ S., PARACHONIAK W. (1958) — Utwory tufogeniczne w górnej kredzie niecki miechowskiej. *Acta geol. pol.*, 8, z. 2, p. 218—240. Kraków.
- ELIÁŠ M., ŠTOVIK M., ZAHRADNIK L. (1957) — Chemické rozborý nerostných surovin. Diferenční termická analýsa, z. 12. Nakl. československé Akád. Věd. Praha.
- KRAUS E., RUTKOWSKI J. (1962) — Bentonity senonu okolicy Miechowa. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 30, z. 3, p. 359—370. Kraków.
- POŻARYSKI W. (1938) — Stratygrafia senonu w przełomie Wisły między Rachowem i Puławami. *Biul. Inst. Geol.*, 6, p. 94. Warszawa.
- SUJKOWSKI Z. (1931) — Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, 6, z. 3 p. 628. Warszawa.

- VALETON I. (1959) — Eine vulkanische Tufflage aus der Oberkreide von Hemmoor Niederelbe. N. Jb. Geol. Paläont. p. 193—204. Hamburg.
- VALETON I. (1960) — Vulkanische Tuffitenlagerung in der nordwestdeutschen Oberkreide. Mitt. Geol. Staatsinst. z. 29 p. 26—41. Hamburg.
- ГОФШЕЙН И. Д., РИПУН М. Б. (1959) — О находке вулканогенной породы в меловых отложениях Подолии. Докл. Акад. Наук СССР, 125, № 2, стр. 386—392. Москва.
- МИХЕЕВ В. И. (1957) — Рентгенометрический определитель минералов. Госгеолтехиздат. Москва.

Мария ХАРАПИНЬСКА-ДЕПЦЮХ

### ТУФОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ВЕРХНЕГО МЕЛА В БУРОВОЙ СКВАЖИНЕ ТЛУЦ НА ПОЛЬСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

#### Резюме

В отложениях верхнего мела, вскрытых буровой скважиной Тлущ ИГ-1, впервые на Польской низменности были выявлены туфогенные породы. Они образуют пачку мощностью 20 см, залегающую в нижнекампанских образованиях писчего мела на глубине 506,10—506,30 м. В этой пачке на основании макроскопических наблюдений выделяется 5 разных прослоек (фиг. 1В), представленных бентонитами и писчим мелом с довольно значительной примесью монтмориллонита. Макроскопически это сланцеватые породы серого цвета, которые быстро набухают в воде и распадаются.

Порода самого низкого прослойка  $s_1$  под микроскопом проявляет кристаллобласто-алевроито-пламмитовую структуру и слабоориентированную текстуру. Главным компонентом, слагающим основную массу породы является мелкочешуйчатый монтмориллонит, в котором встречаются отдельные кристаллообласти кварца и полевых шпатов диаметром 0,02—0,1 мм. Полевые шпаты представлены плагиоклазом, образующим двойники по альбитовому закону. Наблюдаются редкие обломки микрокристаллической массы, мусковита и биотита.

Породы прослоек  $s_2$  и  $s_3$  под микроскопом проявляют алевропелитовую структуру и неориентированную текстуру. Главным компонентом является монтмориллонит с незначительной примесью карбонатного вещества, количество которого увеличивается в прослойках  $j_1$  и  $j_2$  за счет монтмориллонита.

На основании микроскопического изучения порошков, изготовленных из пирокластического материала, можно выявить различия в зернистости; самые крупные зерна встречаются в нижележащем бентоните, где диаметр зерен колеблется в пределах 0,06—0,2, реже 0,3 мм. Кверху диаметр зерен уменьшается — в прослойках  $s_2$  и  $s_3$  встречаются зерна диаметром 0,06—0,1 мм, в прослойках  $j_1$  и  $j_2$  их размер составляет в среднем 0,08 мм. Доминирующими компонентами кластической фракции бентонитов являются полевые шпаты и кварцы. В значительно меньшем количестве встречаются микрокристаллическая масса, вулканическое стекло, мусковит и биотит. В качестве акцессорных минералов присутствуют циркон, гранаты, рутил и роговая обманка. Плагиоклазы представлены анортоклазом с углом  $2V_\alpha =$  около 45°, олигоклазом, содержащим 20—25% анортитовой частицы и андезином, содержащим 38—45% анортитовой частицы. Кварц встречается в виде остроугольных обломков с раковистым изломом, в незначительном количестве хорошо окатанный, по всей вероятности, переотложенный.

Кривые термических анализов (фиг. 2) показали, что в пробах из самых низких прослойков  $c_1$  и  $c_2$  наблюдаются эндотермические эффекты, характерные для монтмориллонита. В пробах же из прослойков  $c_3$ ,  $j_1$  и  $j_2$  эти эффекты постепенно уменьшаются в пользу эндотермических эффектов кальцита. В последнем прослойке  $j_2$  наблюдаются исключительно эндотермические эффекты кальцита.

Результаты химических анализов проб  $c_1$ ,  $c_2$  и  $c_3$  также показывают, что главным компонентом является монтмориллонит с незначительной примесью кальцита в пробах  $c_1$  и  $c_2$  и довольно большой в пробе  $c_3$ . Следовательно, из произведенных исследований однозначно вытекает, что это бентонитовый прослойок туфогенного происхождения.

Исходным материалом является, по всей вероятности, вулканический пепел, осаждающийся непосредственно в седиментационном бассейне.

На основании химических анализов, в частности опираясь на содержания железа (4,52 вес. %) и магния (3,79 вес. %), которые скорее всего представляют первоначальное содержание этих компонентов в породе, а также на основании полевых шпатов, представленных наряду со щелочными полевыми шпатами олигоклазом и андезином, можно прийти к заключению, что материнскими породами вулканического пепла являлись породы сходные с дацитом.

На основании вышеуказанного единственного места распространения туфогенных отложений на Польской низменности нельзя сказать ничего определенного о магматическом источнике этого вулканического пепла, возможно связан он с карпатским магматизмом в меловое время. Не исключаются также другие источники.

---

Maria HARAPIŃSKA-DEPCIUCH

### TUFFACEOUS FORMATIONS OF THE UPPER CRETACEOUS WITHIN THE POLISH LOWLAND AREA IN THE BORE HOLE TUUSZCZ

#### Summary

In the bore hole Tuuszczy IG-1 tuffaceous formations were for the first time encountered in the Upper Cretaceous deposits within the Polish Lowland area. The formations occur as an intercalation, 20 cm in thickness, found at a depth from 506,1 m to 506,3 m in chalk deposits of Lower Campanian age. As a result of macroscopic observations five various laminae (Fig. 1) were ascertained to occur in this intercalation. The laminae are built up of bentonites and chalk containing a considerable admixture of montmorillonite.

Macroscopically, these are schistose rocks, grey in colour, swelling and decomposing in water. Under the microscope, the rock sample taken from the lowermost laminae  $c_1$  displays a crystalloclastic-aleuritic-psammitic texture, and a feebly directional structure. The main component constituting the rock body is represented by fine-scaly montmorillonite, in which single crystalloblasts of quartz and feldspars occur, from 0,02 — 0,1 mm in size. Among feldspar representatives plagioclases occur twinned according to albite law. Fragments of rock matrix, as well as muscovite and biotite are rarely found.

Under the microscope the rocks from the laminae  $c_2$  and  $c_3$  show an aleurite-pelitic texture and a directionless structure. Montmorillonite is here the main component; it contains a small admixture of carbonate substance, the amount of which increases in the samples from the laminae  $j_1$  and  $j_2$ , at the cost of montmorillonite.

On the basis of the microscope examinations of powder pattern made of pyroclastic material, differences in grain size can be ascertained, since the largest grains occur in the lowermost bentonite, where grain diameter ranges from 0,06 mm to 0,2 mm, rarely amounting to 0,3 mm. Upwards, grain diameter diminishes: in the laminae  $c_2$  and  $c_3$  there are found grains 0,06—0,1 mm in diameter; in the laminae  $j_1$  and  $j_2$  these are 0,08 mm in size.

Feldspars and quartz are predominating components of clastic fraction in the bentonites. Rock matrix, volcanic glass, muscovite and biotite are found in considerably lesser quantities. Zircon, garnets, rutile and hornblende are accessory minerals here. Feldspars are represented by anorthoclase with an angle  $2V_\alpha$  being about  $45^\circ$ , oligoclase with 20—25% An, and andesite with 38—45% An. Quartz occurs in the form of sharp-edged fragments having shell-like fracture, and, accidentally, as well-rounded grains shaped so probably due to re-sedimentation.

Curves of thermal analyses (Fig. 2) demonstrate that in the samples of the lowermost laminae  $c_1$  and  $c_2$ , endothermal effects characteristic of montmorillonite occur. On the other hand, in the samples taken from the laminae  $c_3$ ,  $j_1$  and  $j_2$ , endothermal effects gradually diminish at the cost of endothermal effects of calcite so that in the last laminae  $j_2$  only calcite endothermal effects may be observed.

In addition, on the basis of chemical analyses made on the samples from the laminae  $c_1$ ,  $c_2$  and  $c_3$ , we may state that montmorillonite is here the main component. It contains a little admixture of calcite in samples  $c_1$  and  $c_2$  and a fairly high admixture of this mineral in sample  $c_3$ . Thus, it is possible to ascertain that this is a bentonite intercalation of tuffaceous origin. In all probability, volcanic ash falling into the sedimentary basin was an original material there.

Chemical analyses particularly, however, iron contents (4,52% by weight) and magnesium contents (3,79% by weight), which represent rather an original content of these components in rocks, as well as feldspars represented by oligoclase and andesite (beside alkaline feldspars), allow to draw a conclusion that rocks resembling dacites were mother rocks to volcanic ash.

Magmatic source of the volcanic ash can hardly be discussed here, since only one occurrence point of tuffaceous formations has so far been encountered in the Polish Lowland area. Maybe, the source is connected with the Cretaceous Carpathian magmatic phase, although other sources can also be taken into account.

#### TABLICA I

Fig. 3. Bentonit z warstewki  $c_1$   
 Tłuszcz, głębokość 526,0÷526,3 m; nikole skrzyżowane, pow. 90 ×  
 Bentonite from the lamina  $c_1$   
 Tłuszcz, depth 526,0÷526,3 m; crossed nicols, enl. × 90

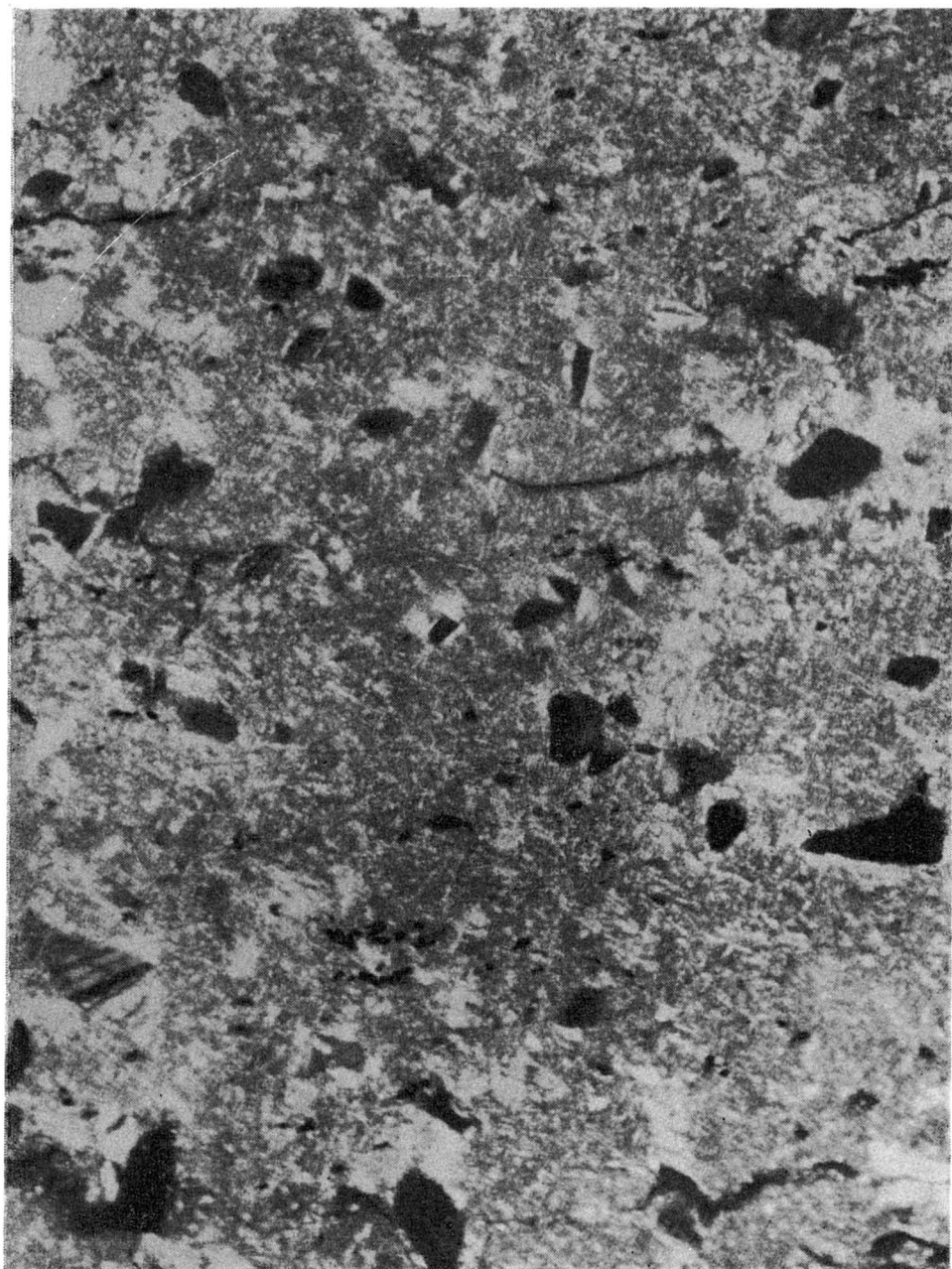


Fig. 3