

Alina KABATA-PENDIAS

Strefa kontaktu zwietrzałych granitoidów osłony intruzji ełckiej z osadami piaskowca pstrego

WSTĘP

Granitoidy kompleksu ełckiego występujące w bezpośredniej osłonie intruzji sjenitowej nawiercono w trzech otworach (Drygały 1 i 1a oraz Rydzewo). Na przeobrażonych hipergenicznie granitoidach leżą osady piaskowca pstrego, podobnie jak i na skałach intruzji (O. Juszkowiak, 1973). We wszystkich tych otworach wiertniczych uzyskano rdzenie z kontaktu utworów osadowych ze skałami krystalicznymi. Zachowana strefa kontaktu o miąższości około 10 cm reprezentowana jest przez wymieszany materiał sedymentacyjny z materiałem pochodzącym z wietrzenia granitoidów.

Jednakże na ogół w nielicznych tylko otworach wiertniczych uzyskuje się materiał z bezpośredniego kontaktu utworów osadowych z podłożem krystalicznym. Badania materiału zachowanego w strefie kontaktu obu utworów dostarczają informacji na temat wcześniejszych procesów hipergenicznych, zwłaszcza gdy materiał wietrzeniowy uległ zniszczeniu.

Do badań pobrano próbki z przystropowej części przeobrażonych granitoidów, w której stwierdzono występowanie materiału osadowego i wietrzeniowego, oraz z głębszych partii skał przeobrażonych.

Z masy skalnej wypreparowano skupienia minerałów oraz konkretne wyróżniające się zabarwieniem. Ze względu na małą ilość materiału wykonano jedynie badania składu fazowego. W całych próbkach skalnych oznaczono natomiast zawartość pierwiastków śladowych i niektórych głównych składników chemicznych. Wszystkie oznaczenia, jak również mikrofotografie, wykonano w Zakładzie Petrografii, Mineralogii i Geochemii IG. Analizy fazowe wykonano na próbkach proszkowych nieorientowanych, przy promieniowaniu $\text{CuK}\alpha$. Do badań testowych zastosowano nasycanie próbek glikolem etylenowym oraz wyprażanie w temperaturze 600°C .

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Zmiany składu chemicznego w powierzchniowych strefach wietrzenia kształtują się odrębnie dla każdego rdzenia wiertniczego. Sumaryczną zawartość metali alkalicznych przedstawiono w formie alkalicznego wskaźnika wietrzenia AW (A. Kabata-Pendias, H. Pendias, 1973). Wskaźnik ten obliczony dla próbek rdzenia wiertniczego Drygały 1a wykazuje silny stopień wylugowania metali alkalicznych z górnej partii skał przeobrażonych (tab. 1). Zbliżony spadek zawartości pierwiastków alkalicznych zaznacza się zarówno w materiale ilastym barwy zielonobrunatnej (próbka *a* z głębokości 878,4 m), jak i w skupieniach luźnego żółtego piasku (próbka *b* z głębokości 878,4 m).

Tabela 1

Alkaliczny wskaźnik wietrzenia (*AW*) oraz współczynnik rozmieszczenia żelaza (ID_{Fe}) w powierzchniowych strefach przeobrażonych granitoidów

Otwór wiertniczy	Skała	Próbki z głębokości	<i>AW</i>	ID_{Fe}^*
Drygały 1a	zwietrzelina	878,4 (<i>a</i>)	32	1,6
		878,4 (<i>b</i>)	44	1,1
	granitoid	878,5	59	1,2
		885,0	68	—
Drygały 1	zwietrzelina	895,0	44	0,9
		895,2 (<i>a</i>)	114	0,3
	granitoid	895,2 (<i>b</i>)	68	0,6
		903,5	95	—
Rydzewo	zwietrzelina	701,0	66	0,2
		701,6	73	0,5
	granitoid	702,5	73	0,3
		712,5	118	—

* ID_{Fe} = stosunek zawartości ogólnego żelaza w skale przeobrażonej do jego występowania w granitoidach

Wyodrębnione frakcje przeobrażonego utworu różnią się jedynie zawartością Fe_2O_3 (próbka *a* — 5,72%, próbka *b* — 3,76%), co wyraźnie odzwierciedla się w zmianie wartości wskaźnika rozmieszczenia żelaza (tab. 1). Materiały znajdujące się tuż pod strefą kontaktu odznaczają się prawie białym zabarwieniem, związanym z nagromadzeniem $CaCO_3$, co wpływa na podniesienie wartości *AW*, mimo częściowego wylugowania potasu i sodu z tej skały.

W strefie bezpośredniego kontaktu krystaliniku z osadami piaskowca pstrego występują (w rdzeniu wiertniczym Drygały 1a) drobne gniazda minerałów barwy żółtej lub szarzielonej w brunatnym materiale ilastym.

Badania fazowe wypreparowanych minerałów wykazały, że głównym składnikiem jest montmorylonit (fig. 1). Podstawowy refleks dyfrakcyjny (0,01) powietrznie suchej próbki o wartości 14,7 Å ulega przesunięciu pod wpływem nasycenia glikolem etylenowym do 17,3 Å, a po wyprażeniu (1 godz. w temp. 600°C) spada do wartości 9,8 Å. Zgodnie z obserwacjami D.M.C. MacEwana i współpracowników (1961) należy przyjąć, że jest to montmorylonit sodowo-wapniowy. Brunatne zabarwienie tego minerału związane jest z obecnością bezpostaciowych uwodnionych tlenków żelaza, natomiast żółte zabarwienie spowodowane jest występowaniem getytu stwierdzonego na podstawie refleksów d_{110} — 4,17 Å i d_{111} — 2,45 Å (fig. 1, próbka b). Minerale o barwie szarozielonej składają się z montmorylonitu o słabo uporządkowanej strukturze i faz przejściowych do biotyty, którego obecność w formie średnio przeobrażonej wpływa na zabarwienie próbki (fig. 1, próbka c). Minerale te dają pod mikroskopem elektronowym obraz typowy dla montmorylonitu (tabl. I, fig. 4).

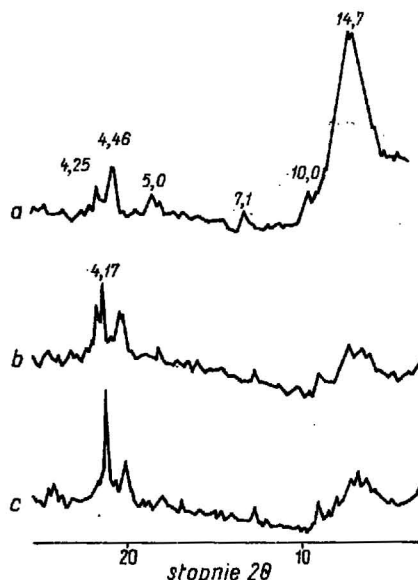


Fig. 1. Dyfraktogramy rentgenowskie minerałów wydzielonych ze strefy kontaktowej (otwór wiertniczy Drygały 1a, głęb. 878,4 m)

X-ray diffraction patterns of minerals separated from the contact zone (borehole Drygały 1a, depth 878.4 m)

minerale różniące się zabarwieniem: a — brunatne, b — żółte, c — szarozielone
minerals differing in their colouring: a — brown, b — yellow, c — grey-green

W otworze wiertniczym Drygały 1 pobrano ze strefy kontaktu krystaliniku z osadami piaskowca pstrego próbkę piaskowca barwy brunatnej ze śladami okruchów granitoidów (głęb. 895 m) oraz z czarnymi drobnymi koncentracjami. Próbka ta wykazuje stosunkowo duże zubożenie w pierwiastki alkaliczne przy jednoczesnym wzroście zawartości żelaza, i to głównie w formie Fe_2O_3 (tabl. 1), oraz przy znacznym wzbogaceniu w niektóre metale ciężkie, a mianowicie: Mn, Cr, Ni i Pb (tabl. 2).

Ze stropowej części krystaliniku (głęb. 895,2 m) uzyskano zwietrzelinę zawierającą białe koncentracje (próbka a) oraz brunatny il (próbka b) (tabl. 1). Duże zróżnicowanie wskaźnika AW z obu tych próbek związane jest głównie ze zmienną zawartością CaO, która w próbce a = 37,8%, w próbce b = 14,7%. Nie przeobrażony granitoid (głęb. 903,5 m) wykazuje

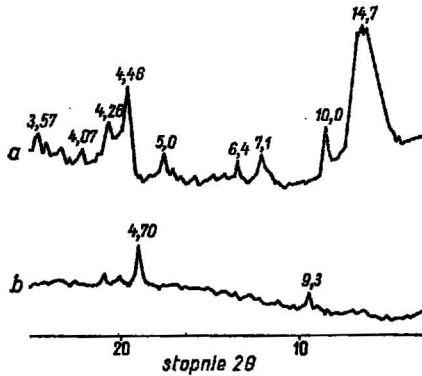


Fig. 2. Dyfraktogramy rentgenowskie minerałów wydzielonych ze strefy kontaktowej (otwór wiertniczy Drygały 1, głęb. 895 m)

X-ray diffraction patterns of minerals separated from the contact zone (borehole Drygały 1, depth 895 m)

a — białe pseudomorfozy po skaleniach, b — czarne kongrekcje

a — white pseudomorphs after feldspars, b — black concretions

natomiast wyższy wskaźnik AW, pomimo małej zawartości CaO (2,5%), wiążący się ze znaczną zawartością potasu.

W stropowej części strefy kontaktowej o miąższości około 5 cm występują liczne drobne gniazda (średnica < 0,5 cm) wypełnione białymi albo ciemnymi minerałami. W białych gniazdach znajduje się głównie montmorylonit (d_{001} — 14,7 Å i d_{002} — 4,46 Å) z domieszką kaolinitu (d_{001} — 7,1 Å, d_{002} — 3,57 Å) i muskowitu (d_{002} — 10 Å, d_{004} — 5 Å i d_{006} — 3,35 Å) oraz kwarcu i plagioklaz (fig. 2, próbka a). Biała substancja z gniazd występujących nieco poniżej samego stropu zwietrzliny wypełniona jest czasami wyłącznie kalcytem, co powoduje znaczny wzrost zawartości wapnia oraz wartości wskaźnika AW (tab. 1). Materiał skupiony w drobnych, ciemnych gniazdach został zidentyfikowany jako wodorotlenek manganu, przy czym refleksy rentgenowskie wskazują, że jest to pirochroit ($Mn/OH/2$) z domieszką kwarcu, skaleni oraz nie ziden-

Tabela 2

Współczynniki rozmieszczenia* pierwiastków śladowych w powierzchniowych strefach przeobrażonych granitoidów

Otwór wiertniczy	Próbki z głębokości	Mn	Cr	Ni	Co	V	Ga	Ba	Pb	Sr
Drygały 1a	878,4 (a)	1,0	13,0	3,6	0,6	1,8	1,0	0,2	0,3	0,8
	878,4 (b)	0,9	11,0	3,0	0,5	1,6	0,9	0,2	0,2	0,7
	878,5	1,5	2,8	1,2	0,4	1,1	1,0	0,7	0,3	0,8
Drygały 1	895,0	2,5	3,9	3,6	1,6	1,2	1,3	0,5	5,8	0,5
	895,2 (a)	0,3	5,6	4,1	0,9	0,3	0,6	0,5	5,0	0,3
	895,2 (b)	0,6	6,8	3,3	0,9	0,9	0,6	0,04	1,2	0,9
Rydzewo	701,0	0,4	2,9	1,5	1,1	1,1	1,1	2,1	0,3	1,3
	701,6	0,4	2,2	1,6	1,1	1,0	0,8	2,3	0,1	1,1
	702,0	0,4	1,4	1,7	1,6	1,1	0,9	2,4	0,3	0,9

*Współczynnik rozmieszczenia wyrażony jest stosunkiem zawartości pierwiastków śladowych w przeobrażonej skale do ich występowania w granitoidach.

tyfikowanych wodorotlenków żelaza (fig. 2, próbka b). Na dyfraktogramie rentgenowskim powietrznie suchej próbki (nieorientowana) otrzymano następujące refleksy (w Å): $d_{0001} = 4,71$, $d_{10\bar{1}0} = 2,82$, $d_{10\bar{1}1} = 2,41$, $d_{0002} = 2,36$, $d_{10\bar{1}2} = 1,82$, $d_{11\bar{2}0} = 1,69$, $d_{11\bar{2}1} = 1,56$. Podstawowy skład chemiczny wynosi (w %): $\text{SiO}_2 = 33,8$; $\text{MnO} = 19,5$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4,5$; $\text{MgO} = 1,1$; $\text{CaO} = 0,8$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,6$; $\text{K}_2\text{O} = 1,5$. Obraz minerałów wypreparowanych z konkrecji manganowych a otrzymany pod mikroskopem elektronowym przedstawia różne ich formy, najczęściej drobne blaszki, o poszarpanych lub rozmytych brzegach (tabl. I, fig. 5). W poziomie występowania konkrecji manganowych nastąpiło nagromadzenie większości pierwiastków śladowych, przy czym największej koncentracji, w porównaniu z zawartością w granitoidach macierzystych, podlegają: Pb, Ni, Cr i Mn. Występowanie konkrecji manganowych w strefie kontaktowej związane jest z wpływem procesów migracyjnych oraz redukcyjno-oksydacyjnych zachodzących w osadach dennych zbiorników morskich (D. N. Paczadżanow, G. A. Bandurkin i in., 1963; B. J. Presley, R. R. Brooks, I. R. Kaplan, 1967). Należy przypuszczać, że i lokalne wzbogacenia w niektóre pierwiastki śladowe występujące w tej części utworów, gdzie nastąpiło wymieszanie materiału wietrzeniowego z osadowym i konkrecje manganowe mają podobną genezę, chociaż w samych konkrecjach nie stwierdzono podwyższonej zawartości pierwiastków śladowych.

W górnej części strefy przeobrażonych granitoidów w rdzeniu wiertniczym Rydzewo stwierdzono brunatnozielony piaskowiec zmieszany z licznymi okruchami skał krystalicznych. Kontakt osadów piaskowca pstrego z szarą zwietrzeliną jest niewyraźny, reprezentowany przez mieszaninę obu materiałów tworzących różnobarwne (białe, szare i brunatne) plamy oraz smugi o zróżnicowanym składzie ziarnowym.

Wartości wskaźnika AW odnoszące się do próbek pobranych ze strefy kontaktowej wskazują na średni stopień wylugowania pierwiastków alkalicznych. Jednakże zmiany zawartości poszczególnych pierwiastków nie są jednakowe. Jedynie magnez i do pewnego stopnia sód uległy wylugowaniu we wszystkich analizowanych (trzech) próbkach. Wapń i potas natomiast podlegały koncentracji na różnych głębokościach, co nie wpłynęło jednakże na zmianę wartości współczynnika AW. Należy przypuszczać, że oba te pierwiastki zostały doprowadzone do badanych utworów w późniejszym okresie i wytrąciły się w formie nieregularnie rozmieszczonych skupień i nacieków.

W kontaktowej strefie rdzenia wiertniczego z Rydzewa zaznacza się duży ubytek żelaza, w porównaniu z jego zawartością w granitoidach nie przeobrażonych (tab. 1). Zmiany te odnoszą się głównie do żelaza dwuwartościowego, którego zawartość w skale macierzystej — wynosząca 4,25% FeO — spadła do 0,32% w próbce ze stropowej partii zwietrzliny (głęb. 701 m). Zawartość większości pierwiastków śladowych nie uległa natomiast istotnemu zróżnicowaniu, z wyjątkiem chromu i baru, które w całym poziomie strefy kontaktowej występują w ilości ponad dwukrotnie wyższej od zawartości w podłożu granitoidowym (tab. 2). Zróżnicowane rozmieszczenie obu tych pierwiastków należy łączyć raczej ze zmiennym składem skał, a nie z wpływem procesów hipergenicznych.

Minerały ilaste występujące w skupieniach o różnym zabarwieniu w strefie kontaktowej rdzenia wiertniczego z Rydzewa składają się głównie ze słabo uporządkowanych pakietów illitowo-montmorylonitowych, ze wzrastającym udziałem kaolinitu w głębszej partii tego poziomu (fig. 3).

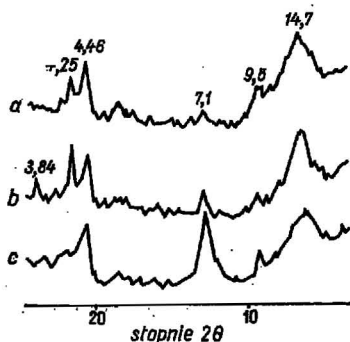


Fig. 3. Dyfraktogramy rentgenowskie minerałów wydzielonych ze stropowej partii przeobrażonego granitu rdzenia wiertniczego Rydzewo

X-ray diffraction patterns of minerals separated from the upper part of the altered granite, drilling core Rydzewo

a — zielonożółta frakcja ilasta, głęb. 701 m; b — szarozielona frakcja ilasta, głęb. 701,6 m; c — zielono-brunatna frakcja ilasta, głęb. 702,3 m

a — green-yellow clay fraction, depth 701 m; b — grey-green clay fraction, depth 701.6 m; c — green-brown clay fraction, depth 702.3 m

Podstawowy szeroki refleks montmorylonitu powietrznie suchej próbki d_{001} — 14,7 Å ulega po nasyceniu glikolem etylenowym przesunięciu do 17 Å, a po wyprażeniu w 600°C przez 1 godzinę spada do wartości 10 Å, przy znacznym zmniejszeniu intensywności. Ponadto we wszystkich próbkach występuje w małych ilościach kwarc, a próbka z głębokości 701,6 m zawiera dużo kalcytu. Zróznicowana barwa próbek związana jest przypuszczalnie ze zmiennym stopniem utlenienia i rozproszenia bezpostaciowych uwodnionych tlenków żelaza.

Dominacja montmorylonitu oraz pakietów mieszanych illitowo-montmorylonitowych została stwierdzona również przez E. Görlicha, J. Badaka i L. Stocha (1964) w przeobrażonych sjenitach intruzji ełckiej, występującej w bezpośrednim sąsiedztwie badanych granitoidów. A. Kabata-Pendias i H. Pendias (praca w druku) ustalili podobny udział minerałów wtórnych w przeobrażonych sjenitach, których genezę wiążą z wpływem wód infiltrujących skały intruzywne. Zwietrzelina utworzona na sjenitach przypuszczalnie w proterozoiku uległa według tych autorów zerodowaniu podczas transgresji morza. Według B. Arenia (1974) w karbonie dolnym panował na tym obszarze (wymieszenie mazursko-suwalskie) okres penenizacji, odkrywający powierzchnię kompleksu wendyjsko-staropaleozoicznego.

Zachowany materiał w strefie kontaktowej zwietrzałych granitoidów z osadami piaskowca wskazuje także na pochodzenie reliktowe po zniszczonej zwietrzelinie. Reliktowy materiał zwietrzelin z wcześniejszych okresów występuje również na powierzchni intruzji anortozytowej (A. Kabata-Pendias, 1973). Należy więc przypuszczać, że kaolinowa zwietrzelina utworzona na granitoidach w okresie proterozoiku uległa wczesnej denudacji, podobnie jak zwietrzeliny skał metamorficznych serii krynkowskiej (A. Kabata-Pendias, 1973) oraz granosjenitów wschodniej części platformy krystalicznej (W. A. Wasiliew, 1969).

Zachowana strefa kontaktu granitoidów z osadami piaskowca pstręgo wskazuje, że transgresja morza zniszczyła poziom zwietrzelin skał

krystalicznych, a tylko szczątkowy jej materiał pozostał w postaci skupień gniazdowych rozmieszczonych łącznie z okruchami skał krystalicznych zarówno w spągu piaskowca, jak i w stropie przeobrażonych skał platformy krystalicznej.

Występowanie pirochroitu w strefie kontaktowej dowodzi wpływu środowiska sedimentacyjnego. Nieregularną koncentrację potasu i sodu, jak również niektórych pierwiastków śladowych należy wiązać również z wpływem zbiornika morskiego. Lokalne skupienia kalcytu mogą być natomiast związane ze słabym ługowaniem produktów przeobrażeń minerałów pierwotnych, jak również z nasyceniem tych utworów pierwiastkami alkalicznymi w wyniku krążenia wód zmineralizowanych.

Zakład Petrografii, Mineralogii i Geochemii
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4.

Nadesłano dnia 24 lutego 1975 r.

PIŚMIENNICTWO

- AREŃ B. (1974) — Budowa geologiczna pokrywy osadowej na podstawie głębokich otworów wiertniczych i badań sejsmicznych. W: Skały platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 2. Pr. Inst. Geol., 76, p. 10—19. Warszawa.
- GÖRLICH E., BADAŁ J., STOCH L. (1964) — Podłoże krystaliczne. Wyniki wiercenia w Elku. Biul. Inst. Geol., 176, p. 41—65. Warszawa.
- JUSKOWIAK O. (1973) — Skały plutoniczne. W: Skały platformy prekambryjskiej w Polsce. Cz. 1. Pr. Inst. Geol., 68, p. 69—108. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A. (1973) — Strefy przeobrażeń hipergenicznych. W: Skały platformy prekambryjskiej w Polsce, cz. 1. Pr. Inst. Geol., 68, p. 123—126. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. (1973) — Chemiczne wskaźniki hipergenicznego przeobrażenia skał. Kwart. geol., 17, p. 828—839, nr 4. Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. (praca w druku) — Paleoalteration of intrusives of north-eastern Poland.
- MACEWAN D.M.C. (1961) — Montmorillonite minerals. The X-ray identification and crystal structures of clay minerals. London.
- PRESLEY B. J., BROCKS R. R., KAPLAN I. R. (1967) — Manganese and related elements in the interstitial water of marine sediments. Science, 158, p. 906—910. London.
- ВАСИЛЬЕВ В. А. (1969) — Древние коры выветривания кристаллического фундамента южной Прибалтики. Изд. Минтис. Вильнюс.
- ПАЧАДЖАНОВ Д. Н., БАНДУРКИН Г. А., МИГДИСОВ А. А., ГУРИН Я. П. (1963) — Некоторые данные по геохимии марганцевых конкреций Индийского океана. Геохимия, № 5, стр. 493—499. Москва.

Алина КАБАТА-ПЕНДЯС

**ЗОНА КОНТАКТА ВЫВЕТРЕННЫХ ГРАНИТОИДОВ ЧЕХЛА
ЭЛКСКОЙ ИНТРУЗИИ С ОТЛОЖЕНИЯМИ ПЕСТРОГО ПЕСЧАНИКА**

Резюме

Гранитоиды, встреченные в скважинах Дрыгалы 1а, Дрыгалы 1 и Рыдзеве, составляют непосредственный чехол сyenитовой элкской интрузии. В ядрах получены породы с непосредственного контакта преобразованных гранитоидов с отложениями пестрого песчаника. Реликты выветрелого материала расположены гнездами, залегают вместе с обломками кристаллических пород и смешаны с осадочными породами. Монтмориллонит и смешанные иллитово-монтмориллонитовые пакеты и в меньшей степени каолиниты, являются главными компонентами сохранившегося бурового материала. Наряду с ними залегают многочисленные конкреции с преобладанием кальцита, а также марганцевые конкреции (пирохроит). Величина щелочного показателя выветривания, а также коэффициента распределения железа и микроэлементов свидетельствует о слабой степени выщелачивания большинства элементов или о вторичном их скоплении вследствие инфильтрации минерализованных вод.

Сохранившаяся зона контакта кристаллических пород с пестрым песчаником свидетельствует о ранней денудации продуктов выветривания гранитоидов, образование которых следует относить к протерозою.

Alina KABATA-PENDIAS

**CONTACT ZONE BETWEEN THE WEATHERED GRANITOIDS OF THE ELK
INTRUSION COVER AND THE BUNTER SEDIMENTS**

Summary

The granitoids encountered in the Drygały 1a, Drygały 1, and Rydzewo boreholes are the immediate cover of the Elk syenite intrusion. Drilling cores provided material from the direct contact between the altered granitoids and the Bunter sediments. Relics of the weathering products that form nests are mixed — along with crystalline rock fragments — with sedimentary material. The main constituents of the preserved weathering products are montmorillonite, illite-montmorillonite mixed-layers and, to a lesser extent, kaolinite. Additionally numerous concretions with predominating calcite and manganese concretions (pyrochroite) have been recognized. The values of the alkaline index of weathering and the index of distribution of iron and trace elements point to a moderate degree of leaching of most the elements or to secondary accumulation due to infiltration of mineralized waters.

The preserved contact zone between the rocks and the Bunter is indicative of early denudation of the granitoids weathering products originated probably in Proterozoic times.

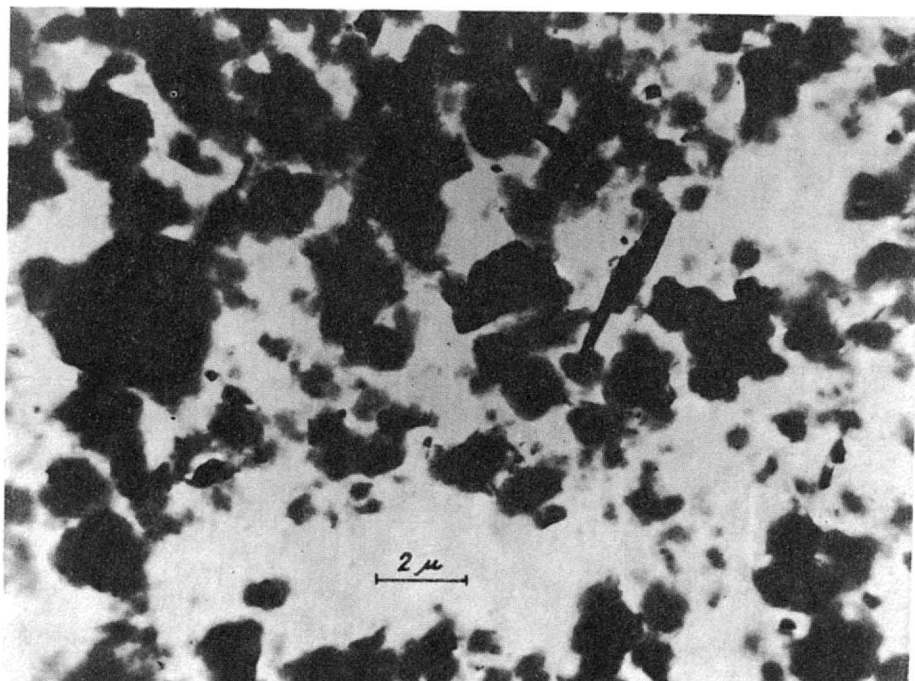


Fig. 4

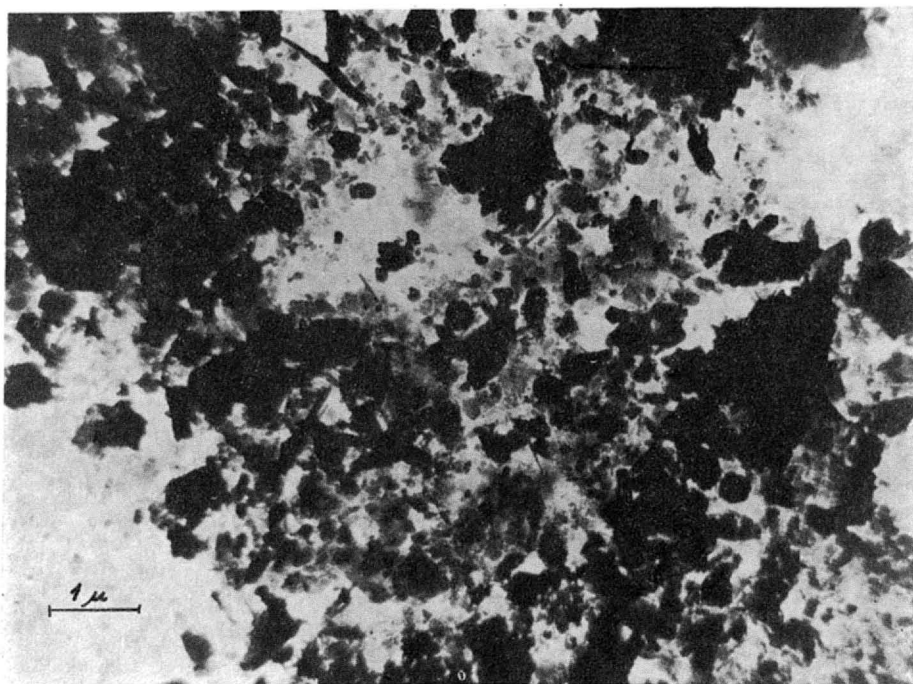


Fig. 5

Alina KABATA-PENDIAS — Strefa kontaktu zwietrzałych granitoidów osłony intruzji etckiej z osadami płaskowca pstrego

TABLICA I

Fig. 4. Mikrofotografia minerałów szarzielonych występujących w drobnych skupieniach w strefie kontaktowej, rdzeń wiertniczy Drygały 1a

Microphotograph of grey-green minerals forming minute concentrations in the contact zone, drilling core Drygały 1a

Fig. 5. Mikrofotografia minerałów z czarnych drobnych kongrecji ze strefy kontaktowej, rdzeń wiertniczy Drygały 1

Microphotograph of minerals from black minute concretions from the contact zone, drilling core Drygały 1