

Edward GÖRLICH, Jerzy BADAŁ, Tadeusz MORAWSKI

Badania petrochemiczne skał podłoża krystalicznego nawierconego w Wejsunach koło Pisu

WSTĘP

W latach 1938 — 1939 na obszarze anomalii magnetycznej Pisu, około 3 km od Wejsun, wykonano wiercenie oporowe.

Kierownik grupy terenowej PIG mgr Krzysztof Bittner odnalazł latem 1951 r. miejsce wiercenia i odszukał dwa kawałki rdzenia, które poddano badaniom w Katedrze Mineralogii i Petrografii AGH w Krakowie. W 1953 r. przekazano do tegoż laboratorium odnalezione przez mgr S. Tyskiego z Instytutu Geologicznego dalsze części rdzenia pochodzące z tego samego wiercenia. Rdzenie w skrzynkach znajdowały się przez lata w różnych warunkach, służyły bowiem miejscowej ludności między innymi do zabezpieczania okien przed podmuchami bomb, ogradzania klombów itp. Z tych przyczyn ogromna większość rdzenia nie miała metryk. Tylko na trzech skrzynkach po zastosowaniu światła ultrafioletowego z trudem odcyfrowano napisy. W tych warunkach było niemożliwe zrekonstruowanie profilu wiercenia. Dopiero uzyskanie w 1956 r. od „*Staatliche geologische Kommission*“ w Berlinie odłamków rdzeni zaopatrzonych w metrykę umożliwiło pewniejsze zrekonstruowanie dolnego odcinka profilu wiercenia w Wejsunach.

Anomalia magnetyczna Pisu o wartości ponad 1200 γ została stwierdzona przez F. Errulata i H. Reicha (*vide* B. Brockamp, 1941). Jej charakter wskazuje na płytową budowę ciała zaburzonego. Badania sejsmiczne wykazały, że poniżej głębokości 1200 m występują skały o dużej prędkości przewodzenia fal sejsmicznych (6000 m/sek.), odpowiadającej zasadowym skałom głębinowym. Środek ciała zaburzonego, przy założeniu średniej zawartości 6% magnetytu, jak obliczył B. Brockamp i niezależnie od niego Roessinger (*vide* B. Brockamp), leży na głębokości 1500 m.

Wiercenie zlokalizowane na podstawie tego rozeznania geofizycznego, wykonane w latach 1938 — 1939, natrafiło istotnie na głębokości 1200 m na gabra z magnetytem poprzecinane intruzją sjenitową. Gabro przewiercono do głębokości 1359 m. Podłoże krystaliczne występuje tu bezpośrednio pod zlepieńcem podstawowym dolnego triasu.

W wierceniu wykonanym w Wejsunach stwierdzono bardzo wysoki stopień geotermiczny (96 m) pozwalający zaliczyć je do bardzo starego masywu, zapewne archaicznego.

Pierwsze analizy dotyczyły dwóch próbek rdzenia znalezionych w Puszczy Piskiej przez K. Bittnera:

1) skały gabrowej ciemnoszarej, średnioziarnistej, o wielkości ziarn $1 \div 4$ mm;

2) sjenito-monzonitu jasnoczerwonego, średnioziarnistego, o wielkości ziarn $1 \div 2$ mm; w części widoczny kontakt smugowy z ciemnoszarą skałą gabrową.

Z próbek tych wykonano analizy, a mianowicie:

1) gabra (próbka 1);

2) sjenito-monzonitu (próbka 2);

3) skały przejściowej z kontaktu smugowego skały jasnej z ciemną (próbka 3).

Wyniki tych analiz przedstawiono w tabeli 1.

Po otrzymaniu skrzynek z rdzeniem wykonano 6 pełnych analiz chemicznych:

4) gabra średnioziarnistego o wielkości ziarn $3 \div 4$ mm, barwy ciemnoszarej, prawie czarnej, z głębokości 1271 \div 1273 m (tabela 1, analiza 4);

5) gabra gruboziarnistego o wielkości ziarn $6 \div 8$ mm, z głębokości 1331,25 \div 1334,25 m (tabela 1, analiza 5);

6) sjenitu aplitowego drobnoziarnistego, mięsistoróżowego, cukrowatego, o wielkości ziarn $1 \div 2$ mm, z głębokości 1261,0 \div 1261,5 m (tabela 1, analiza 6);

7) sjenito-monzonitu gruboziarnistego o wielkości ziarn $6 \div 8$ mm, jasno-szaro-różowego, lekko skontaminowanego, z głębokości 1338,80 \div 1340,35 m (tabela 1, analiza 7);

8) skały hybrydowej, gabro-monzonitu, drobnoziarnistej, o wielkości ziarn $1 \div 2$ mm, ciemnoszarej (tabela 1, analiza 8);

9) skały hybrydowej, gabro-monzonitu, gruboziarnistej, o wielkości ziarn $2 \div 3$ mm, ciemnoszarej z pewną ilością rozproszonych ziarn żółtawo-różowego skalenia, z głębokości 1206,35 \div 1210,95 m (tabela 1, analiza 9).

CHARAKTERYSTYKA PETROGRAFICZNA

Na podstawie obserwacji megaskopowych i badań mikroskopowych rdzenia z wiercenia w Wejsunach można wyróżnić następujące typy skał:

1a. Sjenit aplitowy, drobnoziarnisty, mięsistoróżowy o cukrowatym przełamie, w którym trudno dosirzec gołym okiem inne minerały oprócz izometrycznych osobników skaleni. Pod mikroskopem widoczny jest w nim ortoklaz stanowiący składnik główny. Tworzy on ziarna wielkości $1 \div 2$ mm, zawierające niekiedy przerosty pertytowe. Zasadniczo wyróżnić można dwa typy przerostów pertytowych: powstałe z odmieszania oraz metasomatyczne. Te ostatnie są tu mniej powszechne. Plagioklasy występują w mniejszych ziarnach, rzadziej od ortoklazu. Zarówno ortoklaz, jak i plagioklasy, są dość silnie zserycytyzowane. Minerale femiczne są bardzo nieliczne, zdarzają się pirokseny (augit), biotyt i amfibole (hornblenda zwyczajna). Dość liczny jest magnetyt. W małej ilości pojawia się cyrkon. Zdarzają się również niewielkie ziarna kwarcu wypełniające luki między

innymi minerałami. Ten typ sjenitu spotyka się rzadko. Większość sjenitów drobnoziarnistych jest w mniejszym lub większym stopniu skontaminowana niecałkowicie zasymilowanymi składnikami gabra, głównie femicznymi. Sjenity mniej skontaminowane zachowują mięsistoróżową barwę, drobnoziarnisty, cukrowaty przełam, ale w masie skaleniowej widać dość obfite, choć drobne, zwykle makroskopowo nieoznaczalne osobniki minerałów femicznych. Czasem zachowane są w nich drobne fragmenty niezasymlowanego gabra. Pod mikroskopem, w stosunku do sjenitów nieskontaminowanych, różnicę stanowi jedynie pewna domieszka minerałów pochodzących z gabra. Plagioklasy (zwykle zmienione), pirokseny, amfibole i apatyt pojawiają się tu w nieco większej ilości.

1b. Sjenit gruboziarnisty, jasnoszaroróżowy, charakteryzuje się tablicowatymi osobnikami skałenia, osiągającymi długość 8 mm. Minerale femiczne są tu drobne, megaskopowo nieoznaczalne, neliczne. Sjenit ten jest również lekko skontaminowany, gdyż i w nim spotyka się drobne fragmenty gabra. W preparatach mikroskopowych obserwuje się przede wszystkim skałenie alkaliczne: ortoklaz lub peryt, występujące w zmienionym stosunku, a w sumie tworzące około 95% składu skały. Prawie wszystkie osobniki ortoklazu zawierają wrostki pertytowe powstałe w wyniku odmieszania. Plagioklasy występują sporadycznie. W małej ilości towarzyszą im pirokseny, amfibole, magnetyt, tytanit i cyrkon.

2. Skały gabrowe podzielić można na trzy grupy różniące się przede wszystkim wielkością ziarna i wyglądem zewnętrznym skałeni. Różnice wielkości ziarna, stanowiące kryterium do podziału gabra, nie są zresztą duże. Skały gabrowe opisywane jako średnioziarniste składają się z osobników mineralnych wielkości dochodzącej do $3 \div 4$ mm. Do grupy gruboziarnistych zaliczono te, w których przeważają ziarna $6 \div 8$ mm.

Poszczególne typy gabra nie znajdują raczej odzwierciedlenia w badaniach mikroskopowych. Przyczyna tego tkwi w tym, że megaskopowo obserwowane agregaty skałeniowe bierze się za pojedyncze ziarna. W obrazie mikroskopowym ta podstawowa różnica wielkości ziarn niknie, również nie obserwuje się różnic w zabarwieniu skałeni. Różne więc typy gabra wykazują pod mikroskopem te same cechy. Najlichnieszym składnikiem są w nich plagioklasy: labrador, czasem bytownit. Tworzą one zwykle ksenomorficzne osobniki wielkości $0,5 \div 4$ mm, zbliżone według prawa albitowego, często w kombinacji z prawem peryklinowym. Skałenie potasowe występuje w bardzo małej ilości, często brak go w ogóle.

Z minerałów femicznych pospolite są pirokseny jednoskośne (augit). Wykazują one przy nicholech równoległych słaby bładofioletowawy pleochroizm lub są całkowicie bezbarwne. Lokalnie stwierdzano obecność osobników augitu o budowie klepsydrowej. Nierzadko ziarna augitów zawierają kropelkowate wydzielenia magnetytu. Amfibole występują w ilości zmiennej zależnej od nasilenia procesu amfibolityzacji piroksenów. Spotyka się zarówno hornblendę zwyczajną, jak i lamprobolit. Powszechnie występujący biotyt wykształcony jest w postaci postrzępionych blaszek o silnym pleochroizmie. Często występuje w postaci ciemnobrunatnych (nieraz prawie izotropowych) ziarn, o słabym pleochroizmie, w towarzystwie magnetytu. Z minerałów akcesorycznych w stosunkowo dużej ilości występuje magnetyt, tworzący ziarna do 1 mm oraz pospolity apatyt tworzący idiomorficzne osobniki zwykle wielkości $0,1 \div 0,3$ mm, a czasem jeszcze

większe. W niektórych preparatach występuje cyrkon. Dość powszechny jest w gabrze proces amfibolityzacji obejmujący augit, który przechodzi w zieloną hornblendę z wydzieleniem magnetytu. Lamprobolit ulega czasem biotytyzacji. Ten ostatni proces jest mało rozpowszechniony.

2a. Gabro średnioziarniste ciemnoszare, czasem prawie czarne. Zbudowane jest z przejrzystych, bezbarwnych skaleni, wśród których pirokseny i amfibole tworzą czarne skupienia. Nie da się w nich wyróżnić poszczególnych minerałów. Łatwo można spostrzec tylko biotyt, który jest zawsze obecny, choć w zmiennej ilości. Wykształcony jest zwykle w postaci drobnych łuseczek tworzących niewielkie skupienia, rzadziej równomiernie rozproszonych w skale.

Z powodu przejrzystości skaleni skały te są stosunkowo bardzo ciemne i zwykle megaskopowo nieczytelne.

2b. Gabro gruboziarniste składa się z bladezielonych kseno-, rzadziej automorficznych osobników skaleni, na których tle odcinają się wyraźnie czarne skupienia słupków piroksenów i amfiboli oraz blaszki biotyту. W sumie są to skały jaśniej zabarwione od poprzedniego typu.

2c. Gabro średnioziarniste jasnoszare składa się z białych, mączystych agregatów skaleni, w których tkwią pojedyncze drobne osobniki minerałów femicznych. Biotytu jest tu bardzo niewiele. Skały te są wybitnie kruche i ubogie w minerały femiczne.

3. Wynikiem asymilacji gabra przez magmę sjenitową są różnego typu skały hybrydowe. W preparatach mikroskopowych dostrzega się w nich minerały występujące albo w sjenicie, albo w gabrze. Specyficznych minerałów dla skał hybrydowych nie stwierdzono. Ilościowy skład mineralny jest zmienny, zależnie od stopnia hybrydyzacji skały. W skład skał hybrydowych wchodzi skalenie, a mianowicie: ortoklaz, występujący w zmiennej ilości w postaci ziarn 2 ÷ 3 mm średnicy. Bywa on często zbliżniaczony według prawa karłowarskiego i zawiera nierzadko drobne wrostki magnetytu. Plagioklasy tworzą ziarna zbliżniaczone według prawa albitowego, wielkości 1 ÷ 3 mm. Czasem zdarza się przejście ziarn skaleni sodowo-wapiennych w ortoklaz, który tworzy na nich obwódki. Składniki femiczne — augit, hornblendy zwyczajna, lamprobolit i biotyt — występują w ilości zmiennej; czasem obficie pojawia się biotyt. Z minerałów akcesorycznych występuje magnetyt, apatyt, tytanit i cyrkon. Wśród tych skał rozrózniono:

3a. Najbardziej zasadowe skały przejściowe, to różne odmiany gabra injekowanego sjenitem. Sjenit tworzy w gabrze żyłki, wprysnięcia lub nieregularne skupienia, zwykle o rozmytych granicach. Rzadziej obserwuje się ostro odcinające się żyłki sjenitu wypełniające szczeliny w gabrze.

3b. Hybrydowe skały drobnoziarniste niewiele różnią się od średnioziarnistego gabra. Megaskopowo rzuca się w oczy tylko pewna ilość żółtaworóżowych drobnych osobników skalenia potasowego, równomiernie rozproszona na ciemnym tle pozostałych minerałów.

3c. Hybrydowe skały gruboziarniste składają się z dużych osobników skaleni szarych i żółtaworóżowych, którym towarzyszą obficie blaszki biotyту sięgającego do 8 mm średnicy. Skalenie szare są przezroczyste, podczas gdy różowe są zawsze mętne. Są to skały jasnoszare, gruboziarniste, przypominające megaskopowo niektóre gabrosjenity i sjenity wołyńskie, zwłaszcza skałę z Klesowa.

3d. Do najbardziej leukokratycznych utworów hybrydowych należą silnie skontaminowane sjenity. Są to skały średnio lub drobnoziarniste, zawierające w jasno-szaro-różowej masie skaleni obfite minerały femiczne, czasem relikty częściowo tylko zasymilowanego gabra.

3e. Osobną odmianę stanowi skała hybrydowa (z głębokości 1201,8 m, nadesłana z NRD), stanowiąca produkt powtórnej asymilacji gruboziarnistego hybrydu przez drobnoziarnisty, czerwony sjenit. Skała hybrydowa tworzy w nim poziomo ułożone warstewkowate resztki otoczone siatką żyłek sjenitowych.

4. Fragmentarycznie występuje czarny, jedwabiście połyskujący drobnoziarnisty amfibolit. Skała ta tworzy w profilu jedną wkładkę miąższości 25 cm, a ponadto zjawia się w kilku miejscach jako odłamki tkwiące zarówno w gabrze, jak i w silnie skontaminowanym sjenicie, lub w postaci drobnych, zwichrzonych smug w gabrze. Pod mikroskopem widoczne są krótkosłupkowe osobniki amfibolu o pleochroizmie w barwach brunatnych, równomiernie rozproszone wśród izometrycznych ziarn plagioklazów.

Te różne typy skał przypuszczalnie wielokrotnie zazębiają się ze sobą w profilu pionowym. W rdzeniu jest jednak niezbyt wiele odłamków, w których obserwowałoby się kontakty różnych typów skalnych. Przyczyną tego stanowi zapewne fakt, że rdzeń jest bardzo silnie spękany, zwłaszcza w partii o urozmaiconym składzie petrograficznym. Na tych jednak odłamkach, gdzie widać granice pomiędzy różnymi typami skalnymi, okazuje się, że są one zwykle ostre. Wyjątek stanowią granice między hybrydami typu 3b i 3c oraz niektóre drobne żyłki sjenitowe stanowiące wprysnięcia w gabrze. Ostre granice były miejscami predysponowane do powstawania pęknięć z powodu dość znacznej różnicy własności fizycznych kontaktujących utworów.

REKONSTRUKCJA PROFILU WIERCENIA W WEJSUNACH

Na podstawie próbek wiertniczych nadesłanych z NRD oraz znajomości resztek rdzenia z Wejsun można zestawić zgeneralizowany profil tego otworu. Przyjęto przy tym założenie, że próbki wiertnicze opisane jedną liczbą głębokościową zostały pobrane z tej właśnie głębokości. Reszta próbek opisanych od — do była pobierana zasadniczo z poszczególnych marszów. Do takiego założenia upoważnia fakt, że wiele próbek ma w metryczce podany uzysk rdzenia oraz ubytek, które w sumie odpowiadają długościom reprezentowanych przez nie odcinków. Zasada ta nie jest jednak wolna od wyjątków.

Problematyczna jest na przykład próbka z głębokości 1338,80 ÷ 1340,35 m. Odpowiada ona marszowi długości 1,55 m. Jest to bardzo charakterystyczny, gruboziarnisty sjenit, stanowiący wkładkę w dość jednolitym gabrze. Zachowane jednak odłamki rdzenia tej skały mają w sumie zaledwie 45 cm długości. Jest wątpliwe, aby nastąpiła tak daleko idąca redukcja rdzenia na tym właśnie odcinku, jakkolwiek musiała ona być dość znaczna, sądząc po stanie zachowanych odłamków. Tam jednak, gdzie są podane uzyski rdzenia widać, że wahają się one między 80 a 100%, nawet w partiach prawdopodobnie silnie spękanych. Zgeneralizowany

profil otworu w Wejsunach powiat Pisz (Johannisburg EG 1) zestawiony przy podanych założeniach przedstawia się następująco:

Głębokość w m	Opis skał i oznaczenie typu skały ¹
0,00 ÷ 1193,85	— skały osadowe
1193,85 ÷ 1203,85	— skała mieszana powstała z roztrawienia gruboziarnistego gabra przez sjenit (3e)
1203,85 ÷ 1206,35	— sjenit leukokratyczny, drobnoziarnisty, lekko skontaminowany (1a)
1206,35 ÷ 1210,95	— skała hybrydowa gruboziarnista (3c)
1210,95 ÷ 1211,85	— skała hybrydowa drobnoziarnista (3b)
1211,85 ÷ 1221,55	— gabra ciemnoszare, średnioziarniste, miejscami impregnowane sjenitem (2a, 3a)
1221,55 ÷ 1226,40	— brak próbek
1226,40 ÷ 1233,75	— gabra ciemnoszare, średnioziarniste, miejscami impregnowane sjenitem (2a, 3a)
1233,75 ÷ 1234,05	— sjenit drobnoziarnisty słabo skontaminowany (1a)
1234,05 ÷ 1235,70	— brak próbek
1235,70 ÷ 1253,25	— gabra ciemnoszare, średnioziarniste, z impregnacjami i wkładkami sjenitu (2a, 3d, 1a)
1253,25 ÷ 1256,05	— gabra ciemnoszare, średnioziarniste, z wkładkami skały hybrydowej, sjenitu oraz odłamkami amfibolitu (2a, 1a, 3d, 4)
1256,05 ÷ 1261,00	— gabra ciemnoszare, średnioziarniste, miejscami zhybrydyzowane (2a, 3a)
1261,00 ÷ 1261,25	— sjenit leukokratyczny, lekko skontaminowany (1a)
1261,25 ÷ 1262,80	— skała hybrydowa jasna (3d)
1262,80 ÷ 1265,00	— brak próbek
1265,00 ÷ 1291,65	— gabra szare, średnioziarniste, ciemniejsze lub jaśniejsze, miejscami gruboziarniste (2a)
1291,65 ÷ 1291,90	— czarny amfibolit (4)
1291,90 ÷ 1293,25	— gabra szare, średnioziarniste (2a)
1293,25 ÷ 1331,25	— gabra średnioziarniste o bladezielonych skaleniach, z lokalnie pojawiającymi się partiami ciemnoszarymi (2a)
1331,25 ÷ 1334,25	— gabra gruboziarniste o zielonawych skaleniach (2b)
1334,25 ÷ 1338,70	— sjenit średnioziarniste o białych skaleniach (2c)
1338,80 ÷ 1340,35	— sjenit gruboziarnisty, jasno-szaro-różowy (1b); obecność sjenitu trudna do wytłumaczenia i raczej wątpliwa
1340,35 ÷ 1354,85	— gabra gruboziarniste, o zielonawych skaleniach (2b)
1354,85 ÷ 1359,15	— gabra średnioziarniste o zielonawych skaleniach (2a)

Usystematyzowanie rdzenia znalezionej w nadleśniczówce w Puszczy Piskiej może być przeprowadzone tylko bardzo ogólnikowo. Rolę reperów mogą przy tym odgrywać tylko partie sjenitowe i hybrydowe. Gabra są wykształcone dość jednolicie, ich trzy typy zgrupowane są w dość zwartych odcinkach profilu. Drobne infiltracje sjenitowe są łatwo dostrzegalne tylko na przeciętych powierzchniach rdzenia, a w próbkach nadesłanych z NRD przeważnie gubią się przy megaskopowym opisie. W tych warunkach można w ązać z poszczególnymi odcinkami profilu tylko całe grupy znalezionych skrzynek. Szczególną trudność stanowi brak niektórych pró-

¹ Typ skały według opisu petrograficznego przedstawionego wyżej.

bek wiertniczych. Można by założyć, że próbki, których brak, były podobne do skał wyżej i niżej nawierconych. Szczegółowy opis petrograficzny profilu zestawionego z takimi założeńiami przez autorów znajduje się w Archiwum Dokumentacji Źródłowej Instytutu Geologicznego w Warszawie.

ASYMILACJA GABRA PRZEZ MAGMĘ SJENITOWĄ W PROFILU WEJSUNY

Przeprowadzona rekonstrukcja odwiertu Wejsuny pozwoliła na przybliżone umiejscowienie w profilu poszczególnych rodzajów skał. Określając megaskopowo stopień hybrydyzacji gabra wykreślić można schemat jego asymilacji przez sienit (fig. 1). Wskazuje on na silne zaatakowanie gabra w górnej części, mniej więcej do głębokości 1260 m. W dolnej partii zasadniczo nie spotyka się hybrydyzacji z jednym wyjątkiem na głębokości około 1340 m. Wynikło to jednak przypuszczalnie z nieuniknionych błędów rekonstrukcji.

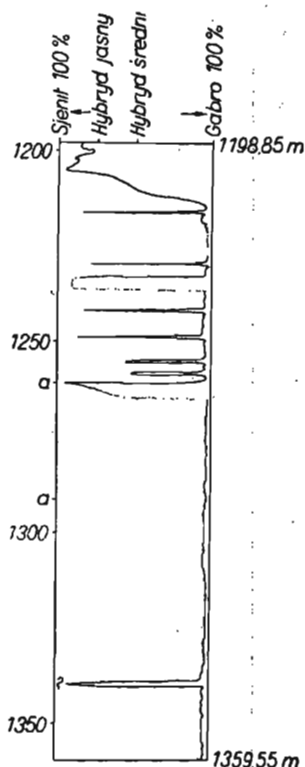


Fig. 1. Schemat asymilacji gabra przez magmę sienitową w profilu otworu Wejsuny, skala 1:1000
Assimilation scheme of gabbro by syenite magma in vertical section of bore-hole Wejsuny, scale 1:1000

SKŁAD CHEMICZNY SKAŁ KRYSTALICZNYCH NAWIERCONYCH W WEJSUNACH I ICH INTERPRETACJA PETROCHEMICZNA

SKŁAD CHEMICZNY

Ze skał krystalicznych z wierceń Wejsuny wykonano łącznie 9 pełnych analiz chemicznych (tabela 1). Trzy pierwsze analizy mają charakter punktowy, orientacyjny. Bardzo starannie natomiast przygotowywano do analiz materiał ze skrzynek.

Do analiz pobierano próbki kilkukilogramowe, ze względu na duże ziarno. Próbki te następnie rozdrabniano i prawidłowo pomniejszano. Rozdrabnianie prowadzono w taki sposób, aby zanieczyszczenie próbek żelazem i metalami stopowymi było jak najmniejsze. Próby ślepe wykonane z czystym kwarcem (analizowanym) wykazały, że przy rozdrabnianiu

próbki pobiera ona 0,1% Fe, co uwzględniono w przeliczeniu analizy. W podobny sposób ustalono zawartość metali stopowych (Mn, Cr, Ni, a także Cu z sit). Ilości te uwzględniono w analizach geochemicznych. Analiz dokonywano z 3 równoległych próbek, a w niektórych przypadkach nawet z 4, w celu dokładnej kontroli wyników. Analizowane próbki suszo-

Tabela 1

Analizy chemiczne próbek z wiercenia w Wejsunach koło Pisu

Składnik Constituent	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	43,16	46,90	59,23	39,42	44,72	62,32	63,56	54,88	53,59
TiO ₂	2,83	2,49	0,73	4,80	3,05	0,75	0,80	1,84	2,14
Al ₂ O ₃	14,14	14,21	14,96	12,78	19,27	16,52	17,06	17,06	17,94
Fe ₂ O ₃	10,78	9,29	5,03	8,58	4,44	2,18	1,81	3,94	3,41
FeO	6,97	6,44	4,14	10,49	6,22	1,62	1,38	4,12	4,61
MnO	0,27	0,21	0,13	0,24	0,16	0,09	0,13	0,23	0,22
MgO	4,69	4,39	1,33	7,37	4,20	1,87	0,38	2,77	3,01
CaO	11,88	9,04	2,64	10,33	11,37	2,02	1,72	4,75	5,53
Na ₂ O	1,89	2,64	4,10	2,54	3,51	4,87	4,70	5,85	4,73
K ₂ O	2,46	3,09	6,27	0,34	0,49	6,30	7,98	2,26	3,33
P ₂ O ₅	0,51	0,28	śl.	1,51	1,24	0,14	0,23	0,58	0,70
H ₂ O+	0,83	1,06	1,34	0,93	0,37	0,74	0,41	0,97	0,75
H ₂ O-	0,16	0,22	0,32	0,10	0,07	0,09	0,07	0,08	0,08
CO ₂									
ZrO ₂				0,001	0,001	0,035	0,035	0,04	—
V ₂ O ₅				0,01	0,013	śl.	śl.	0,002	0,007
CuO				0,005	0,0035	0,0002	0,0005	0,0002	—
NiO				0,007	0,0055	0,001	0,003	0,003	—
Cr ₂ O ₃				0,0006	0,0005	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003
S				0,38	0,26	0,00	0,00	śl.	—
O=S ₂				-0,10	-0,06	—	—	—	—
Suma	100,37	100,26	100,22	99,74	99,74	99,54	100,27	99,35	100,04
Ciepota właściwa Spec. grav.	2,888	2,773	2,640	G/cm ³					

Parametry Zawarickiego

a	7,9	10,5	18,2	6,00	8,96	19,8	21,79	16,43	15,67
c	5,7	4,5	1,0	5,65	9,45	1,1	0,47	3,40	4,51
b	33,7	28,7	12,6	38,29	25,93	8,0	5,21	15,77	15,36
s	52,7	56,3	68,2	50,06	57,66	71,1	72,53	85,00	64,46
f'	48,9	50,5	66,3	46,8	44,97	43,81	56,77	50,32	50,26
m'	14,1	26,3	15,9	34,35	32,07	39,62	22,24	33,35	34,09
c'	26,9	23,1	17,9	18,85	22,96	16,57	30,99	16,33	15,65
n	53,9	56,5	49,8		91,5		47,20	79,73	68,31
t	4,7	3,8	0,9		4,9		0,90	2,46	2,92
φ	28,8	28,1	34,1		17,1		29,40	22,60	19,53

c. d. tab. 1

Skład normatywny C.I.P.W. w % wagowych

Składnik Constituent	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ap		0,66	0,00	3,86	3,18	0,36	0,58	2,40	1,74
pr				0,72	0,49				
il		1,38	1,38	9,12	6,80	1,53	1,52	3,49	4,07
mt			7,29	14,35	6,44	3,17	2,62	5,72	4,95
or		18,25	37,06	2,01	2,90	37,23	47,13	13,36	19,70
ab		22,33	34,66	21,50	28,21	41,21	39,75	49,49	40,01
an		17,80	5,46	22,48	35,66	4,11	1,92	13,63	17,89
di		19,60	—	15,04	10,12	3,50	2,04	1,85	4,02
hy		1,75	5,79	3,33	—	3,14	—	7,73	4,17
wo							1,68		
ol		0,30		6,19	4,19				2,82
q			6,61			4,08	1,79	0,85	
z						0,04	0,07	0,06	
ne					0,66				
Suma		98,89	98,25	98,60	97,65	98,27	99,10	98,59	99,37
Składn. jasne		58,38	83,80	45,99	67,43	86,63	90,59	77,33	77,60
Składn. nieprzej- rzyste				24,19	12,73	4,60	4,14	9,21	9,02

1 — gabbro; 2 — monzonit gabbrowy; 3 — monzonit sjenitowy; 4 — gabbro 1271—1273 m; 5 — gabbro 1331,25—1334,25 m; 6 — sjenit aplitowy 1261,0—1261,25 m; 7 sjenito-monzonit 1338,80—1340,35 m; 8 — skała hybrydowa 1210,95—1211,85 m; 9 — skała hybrydowa 1206,35—1210,95 m.

no w temperaturze i wilgotności laboratorium (w stałych, dość wąskich granicach). Stosowanie próbek suszonych w suszarce wskutek ich higroskopijności daje gorsze wyniki. Wilgość oznaczono. Przeliczano analizy na substancję wilgotną. Wszystkie oznaczenia przeprowadzamo bezpośrednio. Grupę R_2O_3 rozdzielono metodą Forda, glin oznaczono pozytywnie oksyną. Żelazo i tytan oznaczono metodą Thorntona, tytan wagowo kupferonem, żelazo jako tlenek. Wapń prażono i ważono jako węglan, co daje najlepsze wyniki (w ściśle określonej temperaturze pieca elektrycznego). Magnez oznaczono po całkowitym zniszczeniu substancji organicznych i odpędzeniu soli amonowych. W osadzie oznaczono mangan kolorymetrycznie. Strącanie R_2O_3 prowadzono bowiem w takich warunkach, aby mangan nie przeszedł do osadu tlenków, lecz stracił się wraz z magnezem.

Alkalia oznaczono metodą Lawrence-Smitha, potas z braku „kalignostu“ lub chloroplatynianu — nadchloranem. W przesączu po nadchloranie oznaczono sód bezpośrednio metodą potrójnego octanu. Wyniki kontrolowano planimetrycznym pod mikroskopem metodą J. Tokarskiego.

Żelazo dwuwartościowe oznaczono metodą van Tongerena. Największe trudności nastęrcza tu oznaczenie całkowitej H_2O . Straty prażenia dają z powodu dużych ilości Fe^{+2} wyniki niepowtarzalne, metoda Penfielda, mimo stosowania topników (wolframianu sodu, dwuchromianu potasu, PbO), przypuszczalnie nie potrafiła wykazać całej ilości wody, dlatego za-

pewne niektóre analizy sumują się za nisko. Brak odpowiedniej aparatury platynowej uniemożliwił kontrolę wyników oznaczania całkowitej H_2O . Jest to o tyle przykra okoliczność, że woda musiała odgrywać doniosłą rolę w procesach hybrydyzacji. Nie obarcza to jednak tych przeliczeń, w których wodę się pomija.

Tabela 2

Zestawienie wyników analiz półilościowych niektórych pierwiastków śladowych

Głębokość pobrania próbki w m	Kobalt CoO	Miedź CuO	Nikiel NiO	Wanad V_2O_5	Cyrykon ZrO ₂
1203,85—1206,35	0,0015	0,001	0,003	0,005	0,007
1206,35—1210,95	0,001	0,0006	0,0035	0,006	0,045
1206,35—1210,95 (analiza 9)	0,001	0,001	0,006	0,0065	0,004
1206,35—1210,95	0,0025	0,001	0,005	0,005	0,001
1210,95—1211,85	0,001	0,001	0,003	0,003	0,01
1244—1246	0,001	0,0002	0,003	0,0025	0,02
1248—1249,6	0,005	0,004	0,0065	0,02	0,001
1253—1255,5	0,001	0,0008	0,0035	0,0015	0,05
1253—1255,5	0,001	0,0004	0,0035	0,004	0,035
1257—1259	0,001	0,0002	ślady	ślady	0,008
1267—1269	0,0025	0,0015	0,0045	0,012	0,009
1269—1271	0,004	0,007	0,0035	0,011	0,002
1277—1293,95	0,001	0,0015	0,0065	0,018	0,001
1277—1293,95	0,001	0,0007	0,003	0,005	0,05
1277—1293,95	0,0025	0,002	0,005	0,014	0,01
1277—1293,95	0,003	0,001	0,003	0,005	0,013
1277—1293,95	0,0015	0,0008	0,003	0,0025	0,015
1277—1293,95	0,001	0,0008	0,001	0,0025	0,025
1277—1293,95	0,0015	0,001	0,0035	0,008	0,003
1277—1293,95	0,001	0,0008	0,003	0,0065	0,004
1277—1293,95	0,005	0,002	0,005	0,011	0,002
1277—1293,95	0,001	0,0005	0,002	0,006	0,001
1277—1293,95	0,0015	0,0015	0,005	0,0075	0,001
1277—1293,95	0,002	0,0035	0,0045	0,013	0,003
1277—1293,95	0,0025	0,003	0,0065	0,013	0,002

Wyniki (w liczbie 3 do 4) otrzymywane na poszczególne pierwiastki traktowano zgodnie ze statystyką małej ilości pomiarów, tj. wybierano wartość środkową (*median*), nie zaś średnią arytmetyczną, która w takim przypadku jest gorszą miarą średniej wartości (E. Görlich, 1958a). Wyniki odbiegające poddawano próbie statystycznej, tzw. 2s, i w razie potrzeby odrzucano. Jeżeli pozostawały 2 wyniki, to brano oczywiście ich średnią.

Wyniki analiz przeliczono na skład normatywny, wyliczono parametry Zawarickiego oraz wykonano projekcję metodą Zawarickiego.

Poza tym dokonano jakościowej analizy spektralnej średnich próbek proszkowych z różnych partii rdzenia.

Dokonano także ilościowych oznaczeń kobaltu, wanadu i cyrkonu metodą spektrograficzną z proszków w 31 próbkach (tabela 2) oraz kolorymetrycznych oznaczeń tytanu w 25 próbkach (tabela 3). Dodatkowo oznaczono polarograficznie miedź i nikiel z osobnych roztworów, po uprzednim ich rozdzieleniu przez ekstrakcję (tabela 3).

Tabela 3

Zestawienie wyników oznaczeń miedzi i niklu (metodą polarograficzną) i tytanu (metodą kolorymetryczną)

Głębokość pobrania próbek w m	Zawartość w %		
	Cu	NiO	TiO ₂
1203,85—1206,35	0,001	0,003	1,04
1206,35—1210,95	0,0006	0,0035	1,55
1206,35—1210,95 (analiza 9)	0,001	0,006	2,14
1206,35—1210,95	0,001	0,005	2,04
1210,95—1211,85	0,001	0,003	1,77
1244 —1246	0,0002	0,003	1,18
1248 —1249,6	0,0048	0,0065	3,68
1253 —1255,5	0,0008	0,0035	1,46
1253 —1255,5	0,0004	0,00035	1,62
1257 —1259	0,0002	ślady	1,17
1267 —1269	0,0015	0,0045	2,73
1269 —1271	0,007	0,0035	4,09
1277 —1293,95	0,0015	0,0065	2,98
1277 —1293,95	0,0007	0,003	1,57
1277 —1293,95	0,002	0,005	1,95
1277 —1293,95	0,001	0,003	1,12
1277 —1293,95	0,0008	0,003	0,88
1277 —1293,95	0,0008	0,001	1,11
1277 —1293,95	0,001	0,0035	0,83
1277 —1293,95	0,0008	0,003	2,06
1277 —1293,95	0,002	0,005	3,00
1277 —1293,95	0,0005	0,002	0,87
1277 —1293,95	0,0015	0,005	3,16
1277 —1293,95	0,003	0,0075	2,16
1277 —1293,95	0,003	0,0075	2,66

Wykonano również pomiary radioaktywności β w 50 próbkach (w tym 6 zanalizowanych całkowicie), w celu stwierdzenia maksymalnej zawartości potasu. Wyniki w granicach błędów pomiaru zgodne są z wynikami analiz wagowych z wyjątkiem analizy 6. Wyniki przeliczone na % wagowe K₂O podane są w tabeli 4.

Czynnienia seryjne sodu i potasu metodą fotometrii płomieniowej przeprowadzono na aparaturze Zeissa (tabela 5). Wśród 50 analizowanych próbek uwzględniono także 5 próbek poddanych pełnej analizie. Oznaczenia radioaktywne oraz fotometryczne przeprowadzono na różnych prób-

kach. Jedynie 10 próbek, w tym 5 poddanych pełnej analizie, przeanalizowano w celu kontroli obu metodami. Wyniki na potas są nieco za wysokie (z wyjątkiem analizy 7), wyniki na sód dużo, niekiedy dwukrotnie niższe niż przy oznaczaniu metodą wagową. Oznaczeń potasu dokonano więc razem na 100 próbkach.

Tabela 4

Zestawienie wyników oznaczeń potasu metodą radioaktywności K^{40}

Głębokość pobrania próbki w m	% K_2O	Głębokość pobrania próbki w m	% K_2O
1203,85—1206,35	6,6	1331,25—1354,85	2,3
1203,85—1206,35	6,2		
1206,35—1210,95	4,0	1331,25—1354,85	1,6
1206,35—1210,95	5,4	1331,25—1354,85	1,1
1206,35—1210,95	4,3	1331,25—1354,85	1,2
1206,35—1210,95	3,6	1334,25—1338,80	1,1
1206,36—1210,95	4,2	1338,80—1340,36	7,7
1206,35—1210,95 (analiza 9)	3,6	(analiza 7)	
		1261,00—1261,25	9,1
1210,95—1211,85 (analiza 8)	3,6	(analiza 6)	
		1267 —1269	2,0
1221,55—1226,40	3,1	1271 —1273	0,6
1331,25—1334,25 (analiza 5)	0,72	(analiza 4)	
		1277 —1293,95	2,5
1331,25—1334,25	1,2	1277 —1293,95	2,2
1331,25—1354,85	1,1	1277 —1293,95	8,4
1331,25—1354,85	0,84	1277 —1293,95	8,4
1331,25—1354,85	1,4	1277 —1293,95	7,0
1331,25—1354,85	0,96	1277 —1293,95	7,8
1331,25—1354,85	0,96	1277 —1293,95	0,48
1331,25—1354,85	1,6	1277 —1293,95	1,2
1331,25—1354,85	0,96	1277 —1293,95	3,6
1331,25—1354,85	1,4	1277 —1293,95	1,2
1331,25—1354,85	1,4	1277 —1293,95	0,96
1331,25—1354,85	1,2	1277 —1293,95	1,4
1331,25—1354,85	0,84	1277 —1293,95	1,1
		1277 —1293,95	6,6
		1277 —1293,95	4,2
		1277 —1293,95	1,2
		1277 —1293,95	6,2
		1277 —1293,95	1,8

PROJEKCJE PETROCHEMICZNE

Projekcja petrochemiczna zanalizowanych skał magmowych nawierconych w Wejsunach pozwala prześledzić charakter ich zmienności spowodowany procesami asymilacji skały gabrowej przez magmę sjenitową.

Tabela 5

Zestawienie wyników oznaczeń alkaliów na fotometrze płomieniowym

Głębokość pobrania próbki	Zawartość w %		Głębokość pobrania próbki	Zawartość w %	
	K ₂ O	Na ₂ O		K ₂ O	Na ₂ O
1203,85—1206,35	4,88	3,55	1255,5—1257	1,75	4,12
1206,35—1210,95 (analiza 9)	3,20	3,58	1257 —1259	1,286	3,07
1210,95—1211,85 (analiza 8)	2,78	3,89	1257 —1259	1,418	2,59
1210,95—1211,85	2,31	4,94	1257 —1259	6,21	3,338
1210,95—1211,85	2,17	4,61	1259 —1261	1,628	2,718
1211,85—1244	5,92	5,46	1259 —1261	1,322	2,87
1211,85—1244	2,51	5,73	1261 —1265	1,72	7,0
1211,85—1244	0,924	3,84	1261 —1265	0,647	3,07
1331,25—1334,25	0,922	2,92	1261,0—1261,25 (analiza 6)	6,49	2,537
1331,25—1334,25	1,10	2,90			
1338,80—1340,35 (analiza 7)	6,10	4,02	1265 —1267	1,315	3,04
1244 —1246	1,092	2,26	1265 —1267	1,956	5,41
1244 —1246	5,825	4,55	1267 —1269	1,765	3,32
1244 —1246	6,53	4,81	1267 —1269	1,02	1,903
1246 —1248	1,635	3,44	1269 —1271	1,33	2,54
1246 —1248	1,29	2,896	1271 —1273 (analiza 4)	1,21	1,87
1248 —1249,6	0,96	2,61	1271 —1273	1,546	3,97
1248 —1249,6	0,936	3,91	1273 —1275	0,637	1,638
1249,6 —1251	1,31	4,75	1273 —1275	1,11	2,46
1249,6 —1251	2,61	3,43	1275 —1277	1,21	3,49
1251 —1252	0,793	3,34	1275 —1277	1,892	3,48
1253 —1255,5	1,155	2,495	1277 —1293,95	1,893	4,56
1253 —1255,5	4,26	4,666	1277 —1293,95	4,07	6,12
1253 —1255,5	2,81	5,21	1277 —1293,95	1,447	5,32
1255,5 —1257	2,21	3,97	1277 —1293,95	4,81	4,47
			1277 —1293,95	1,78	3,48

Magma sjenitowa, mimo niższej temperatury topnienia niż temperatura topnienia skał zasadowych (około 1100°C wobec gabrowych około 1250°C), przenikając swymi ruchliwymi produktami w szczeliny spekań powstałych wskutek rozgrzania skały gabrowej, tworzyła lokalne eutektyki, ługując z niej kolejno różne składniki. Z wykresów zmienności wynika, że najłatwiej dyfunduje w tych warunkach wapń, następnie żelazo dwuwartościowe i na końcu magnez. Proces asymilacji znajduje odpowiednie odbicie w jakościowym składzie mineralnym badanych skał (patrz tabela 6).

Prawidłowe układanie się punktów projekcyjnych badanych skał na wykresach nie jest przypadkowe, lecz przedstawia istotny tok asymilacji, jak na to wskazuje równie prawidłowe układanie się na wykresach punktów odpowiadających skałom 1, 2, 3, których analizy wykonano na jednym odłamku, obejmującym przejście od gabra do sjenitu.

Tabela 6

Zestawienie jakościowego składu mineralnego analizowanych skał

Symbol analizy Analityk	Charakter megaskopowy skały	Główne minerały skałotwórcze	Podrzędne: minerały skałotwórcze	Minerały akcesoryczne
1 E. Görlich	Skała barwy ciemnoszarej średnioziarnista, wielkość ziarn 1—4 mm	labrador bytownit, augit	ortoklaz dość gęsty, liczny augit, sporadycznie także tytanowy, mniej licz- na hornblenda zwyczajna, czasem bazyłtowa, dość liczny biotyt	liczne: apatyt magnetyt, nieliczne: piryt, tyta- nit, cyrkon
2 E. Görlich	Skała ciemnoszara, średnioziarnista, wielkość ziarn 1—4 mm	oligoklaz andezyn, ortoklaz (częsty)	liczne: augit, hornblenda (zielona), biotyt	magnetyt (licznie), cyrkon, tyta- nit, rzadki: piryt
3 E. Görlich	Skała barwy mięsistoróżowej, średnioziarnista, ziarna skaleni wielkości 2—3 mm	ortoklaz	nieliczne: pertyt, oligoklaz, kwarc, hornblenda zwyczajna, biotyt	magnetyt, rzadkie: tytanit, apatyt, cyrkon
4 Z. Görlich	Skała barwy ciemnoszarej, prawie czarnej, wielkość ziarn 1—4 mm. Skalenie przejrzyste, bezbarwne	labrador bytownit, augit	biotyt, hornblenda, lamprobolit	dużo magne- tytu, liczny apatyt
5 B. Korczyńska	Skała barwy szarej, gruboziarnista, wielkość ziarn 6—8 mm. Plagioklasy bladeziolowe	labrador, czasem by- townit, augit	rzadki lub brak: ortoklaz, pospolite: biotyt, mniej: hornblenda zwyczajna, cza- sem lamprobolit	liczne: magnetyt, apatyt
6 Z. Görlich	Skała barwy mięsistoróżowej o przełamie cukrowatym, przeważnie nieco skontaminowana resztkami gabra; drobnoziarnista, skalenie wielkości 1—2 mm	ortoklaz	bardzo nieliczne: augit (gabro), hornblenda zwy- czajna, biotyt. Rzadko: kwarc (plagioklaz z resztek gabro)	magnetyt, cyrkon (apatyt w resztkach gabro)
7 B. Korczyńska	Skała jasno-szaro-różowa, gruboziarnista, skalenie wielkości do 8 mm. Skała lekko skontaminowana resztkami gabra	ortoklaz	nieliczne: pertyty, augity (gabro), hornblenda zwy- czajna biotyt	magnetyt, tytanit, cyrkon

c.d. tab. 6

Symbol analizy Analitik	Charakter megaskopowy skały	Główne minerały skałotwórcze	Podrzędne minerały skałotwórcze	Minerały akcesoryczne
8 T. Mo- rawski	Skała jasnoszara, drobno- ziarnista, skalenie wiel- kości 1—3 mm, orto- klazy żółtaworóżowe	ortoklaz, oligoklaz- andezyn	zmiennie ilości augitu, horn- blendy, obficie występuje czasem biotyt	magnetyt, apatyt, ty- tani, cyrkon
9 T. Mo- rawski	Skała jasnoszara, grubo- ziarnista, ziarna skaleni i biotytu wielkości do 8mm. Ortoklaz żółtaworóżowy, mętny, plagioklaz szary, przejrzysty	ortoklaz, oligoklaz- andezyn	stosunkowo obfity biotyt, w zmiennych ilościach: augity, hornblenda	magnetyt, apatyt, tytani, cyrkon

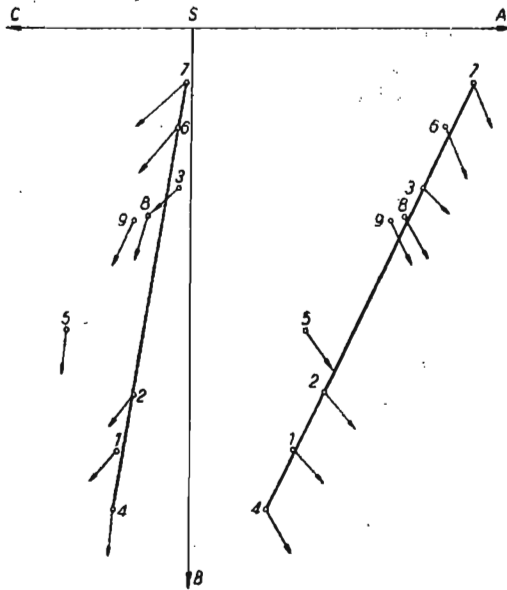


Fig. 2. Projektcja skał nawierconych w otworze Wejsuny według Zavarickiego; 1—9 — symbole analiz
Zavaritsky's diagram for rocks from the bore-hole Wejsuny; 1—9 — symbols of analyses

Stosunkowo obfity materiał analityczny (9 pełnych analiz) pozwala dość dobrze uchwycić charakter procesu asymilacji gabra przez magmę sjenitową. Punkty projekcyjne badanych skał układają się na ogół na wszystkich wykresach w tej samej kolejności, z wyjątkiem skał 5 i 3, których

kolejność na wykresach opartych na kwasowości skał jest zmieniona w stosunku do wszystkich innych wykresów².

Na projekcji według Niggliego, Beckego i Bacona projekcja skały 2 wyprzedza projekcję skał 9 i 8 w przeciwieństwie do wszystkich pozostałych metod. Kolejność projekcji skał od skały najciemniejszej do najjaśniejszej jest na większości wykresów następująca (podajemy symbole analiz):

4, 1, 3, 5, 9, 8, 2, 6, 7.

Kolejność według malejącej zasadowości:

4, 1, 5, 3, 9, 8, 2, 6, 7.

Odnosnie do przydatności zastosowanych metod przeliczeniowych można stwierdzić, że każda z nich ma swoje zalety i wady i naświetla jakąś inną stronę zagadnienia. Najbardziej zaawansowane wydają się metody Zawarickiego, Köhlera i Raaza, Poldervaarta i Elstona oraz metoda zaproponowana w tej pracy.

Metoda Zawarickiego (fig. 2) najpełniej ujmuje skład chemiczny skał, wymaga jednak dość zawiłych przeliczeń. Odsunięcie punktów projekcyj-

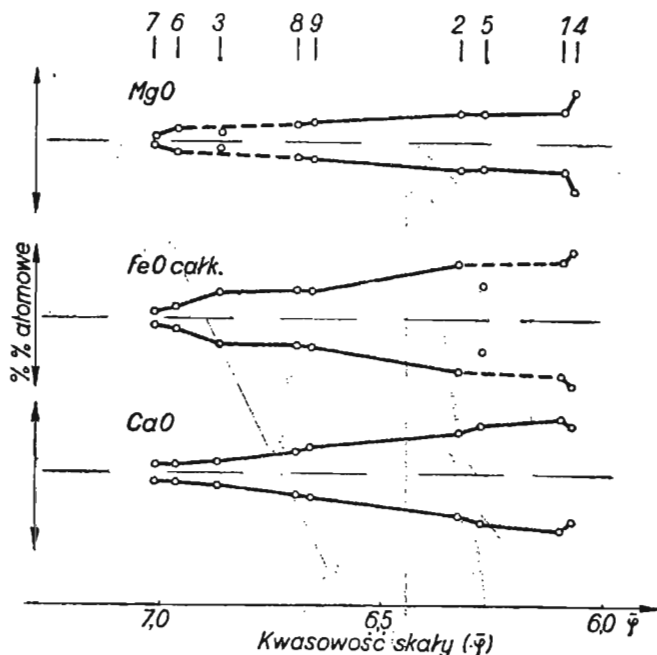


Fig. 3. Wykres zmienności zawartości CaO, FeO, MgO w skałach nawierconych w Wejsunach (według E. Görlicha); 1—9 — symbole analiz

Variation diagram of content of CaO, FeO, MgO in rocks from the bore-hole in Wejsuny (after E. Görlich); 1—9 — symbols of analyses

² Wynika to głównie z faktu, że na ogół inne metody projekcji charakteryzują kwasowość skał wyłącznie na podstawie zawartości SiO₂, a w przypadku metody Poldervaarta i Elstona także zawartości Al₂O₃, pomijając wpływ innych składników. Metoda Zawarickiego określa znów kwasowość skał na podstawie zawartości samych tylko składników femicznych (os B).

nych skał hybrydowych od linii prostych można by tłumaczyć ich niejednorodnością, tj. ściślej brakiem równowagi chemicznej. Skały te są z reguły silniej lub słabiej skontaminowane przez resztki niezmiennego gabra, skład ich nie odzwierciedla więc stanu równowagi chemicznej. Wzrost zawartości potasu, przy przejściu od skał ciemnych do jasnych, zaznacza się na tym wykresie bardziej poziomym ułożeniem wektora na płaszczyźnie CSB. Zmiany w stosunku Mg: Fe nie są tu znaczne, niemniej dość wyraźnie wzrasta ilość żelaza w porównaniu z magnezem w skałach jasnych, co wyraża się bardziej stromym ułożeniem wektora na płaszczyźnie ASB. Bardzo dobitnie zaznacza się na projekcji metodą Zawarickiego spadek zawartości krzemionki w kierunku od skał jasnych do ciemnych (coraz niższe położenie punktów zaczepienia wektorów). Wzrost zawartości skażenia wapniowego oraz spadek zawartości skażenia potasowego i sodowego są na tej projekcji doskonale czytelne: wyrażają się one oddaleniem punktów zaczepienia wektorów na płaszczyźnie CSB od linii środkowej oraz ich zbliżaniem się do tej linii na polu ASB.

Nieco bliżej należy omówić nowo zastosowane tu metody projekcji.

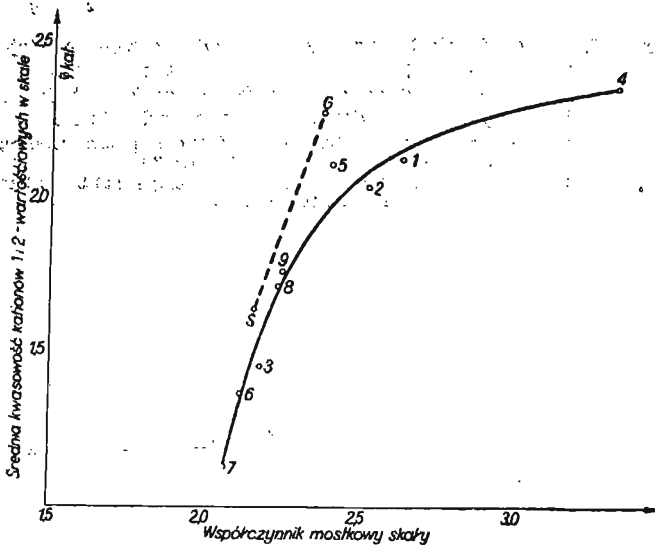


Fig. 4. Projekcja skał magmowych nawierconych w Wejsunach według E. Görlicha

Diagram for igneous rocks from the bore-hole in Wejsuny after E. Görlich

1-9 — symbole analiz, G — średnie gabro według Daly'ego, S — średni sjenit według Daly'ego

1-9 — symbols of analyses, G — average gabbro after Daly, S — average syenite after Daly

Wprowadzenie ilościowego wskaźnika kwasowości skał (E. Görlich, Z. Stopka, 1956) umożliwia uporządkowanie omawianych skał zgodnie z ich kwasowością, jako niewątpliwie jedną z ważnych cech charakteryzujących skały (fig. 3, 4, 5).

W celu przedstawienia szeregów reakcyjnych najwłaściwsza wydaje się kombinowana metoda Poldervaarta, Elstona i Görlicha (fig. 5).

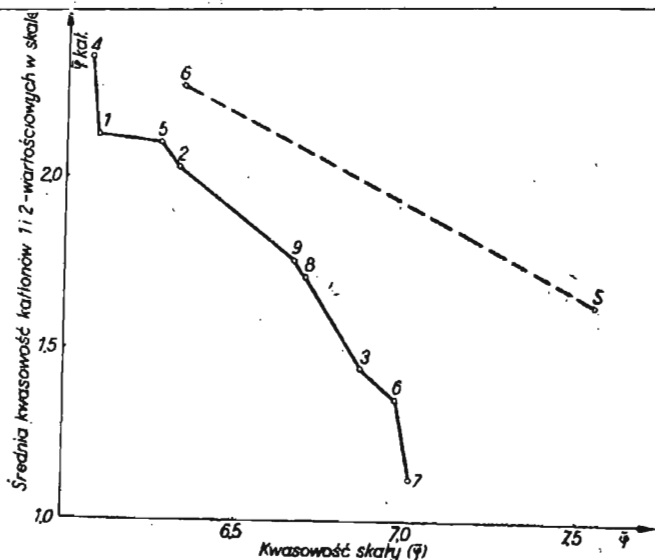


Fig. 5. Projekcja skal magmowych nawierconych w Wejsunach według Poldervaarta-Elstona i Görlicha
 Diagram for igneous rocks from the bore-hole in Wejsuny after Poldervaart-Elston and Görlich
 1-9 — symbole analiz, G — średnie gabro według Daly'ego, S — średni sjenit według Daly'ego
 1-9 — symbols of analyses, G — average gabbro after Daly, S — average syenite after Daly

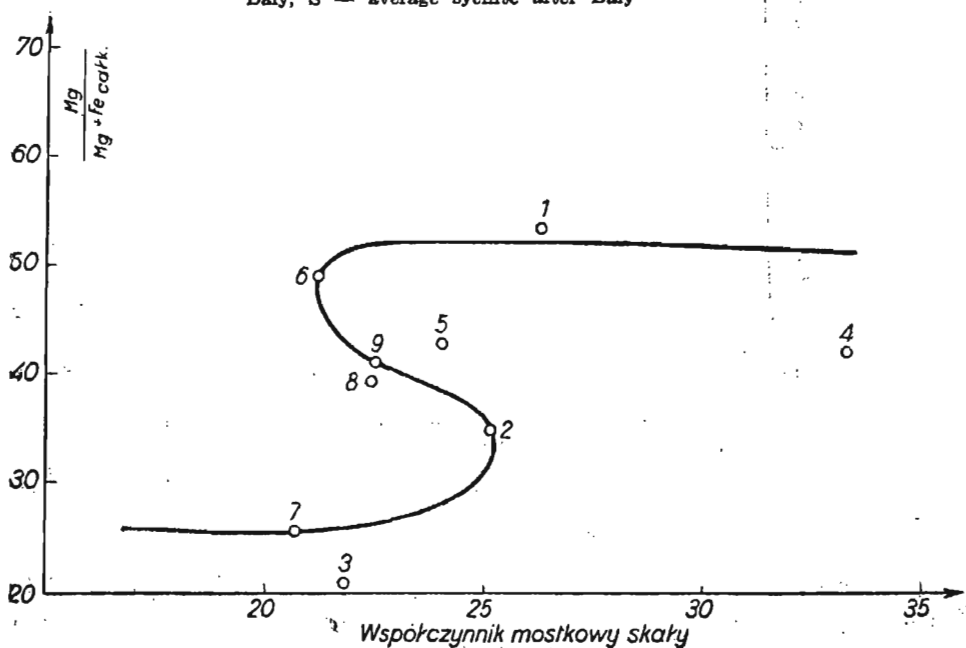


Fig. 6. Projekcja skal magmowych nawierconych w Wejsunach według Poldervaarta i Elstona (metoda II); 1-9 — symbole analiz
 Diagram for igneous rocks from the bore-hole in Wejsuny after Poldervaart and Elston (method II); 1-9 — symbols of analyses

Wykres ten oparty jest na prawidłowościach krystalochemicznych charakteryzujących tok krystalizacji magm krzemianowych (E. Görlich, 1957; E. Görlich 1958b). Prawidłowościami tymi są:

- 1) spadek stężenia jonów tlenu w trakcie krystalizacji magmy, co wyraża się zmniejszaniem się wartości współczynnika mostkowego magmy,
- 2) określona kolejność wchodzenia kationów metali jedno i dwuwartościowych w krzemianowe minerały skałotwórcze.

Kolejność wchodzenia niskowartościowych kationów metali w krzemianowe minerały skałotwórcze uzależniona jest zasadniczo od ich potencjału jonowego. W toku krystalizacji magmy najpierw pojawiają się oliwiny zasobne w magnez, potem stają się one coraz zasobniejsze w żelazo dwuwartościowe. Ten sam porządek dotyczy kolejności krystalizacji piroksenów „rombowych“. W skałach zasadowych pojawia się wapń, którego brak jest w skałach ultrazasadowych (pirokseny jednoskośne, amfibole), a później sól (plagioklasy), którego ilość stale wzrasta w porównaniu z wapniem. Na ostatku pojawiają się minerały potasowe (miki, potem skałen potasowy). Dopiero utwory pegmatytowe zostają wzbogacone w rubid i wreszcie w cez. Krystalizują więc kolejno minerały zawierające kationy o coraz niższym potencjale jonowym. Prawidłowość ta zaznacza się zupełnie wyraźnie.

Kationy wysokowartościowe można podzielić na „obojętne“ i „kwaśne“. Do obojętnych zalicza się Fe^{3+} , Ti^{4+} , Cr^{3+} . Kationy te niechętnie wchodzą w skład krzemianowych minerałów skałotwórczych, krystalizując głównie w postaci tlenków: magnetytu, ilmenitu, rutylu, chromitu itp., a więc minerałów raczej akcesorycznych, a nie skałotwórczych. Kationy te można więc tu pominąć, bez obawy zagubienia jakichś istotnych cech danej skały magmowej. Kationy kwaśne, jak np. Si^{4+} , Al^{3+} , P^{5+} , B^{3+} itp., wchodzą w skład złożonych anionów, zachowują się zatem w warunkach magmowych jak metaloidy, nie zaś jak metale (nie wyłączając Al^{3+}), tym bardziej więc nie należy ich uwzględniać. Dla pozostałych kationów jedno i dwuwartościowych metali wylicza się ich średnią kwasowość (średni potencjał jonowy). W układzie współrzędnych, w którym rzędną stanowi wartość średniego potencjału jonowego kationów jedno i dwuwartościowych, a odcięta wartość współczynnika mostkowego (średniego stopnia kondensacji minerałów krzemianowych), można przedstawić w sposób najwłaściwszy z punktu widzenia współczesnej krystalochemii każdy proces dyferencjacji lub inne szeregi reakcyjne magm krzemianowych.

Porównując wykres 6 z wykresem dyferencjacji magmy bazaltowej podanym przez Poldervaarta i Elstona (E. Görlich, 1958) widzimy, że proces reakcji asymilacji magmy gabrowej przez magmę sjenitową jest w pewnym sensie odwróceniem procesu dyferencjacji magmy gabrowej.

Metody projekcji stosowane w celu przedstawienia procesów dyferencjacji nadają się zatem również do przedstawienia procesu asymilacji.

Charakter chemiczny uzasadnia i potwierdza słuszność wyróżnionych petrograficznie typów skał. Typy te najwyraźniej zaznaczają się na wykresach 3 i 4. Są to:

- skały gabrowe — próbki 4 i 1
- skały gabro-monzonitowe — próbki 5 i 2
- skały monzonitowe — próbki 9 i 8
- skały sjenito-monzonitowe — próbki 3 i 6
- sjenit aplitowy — próbka 7

WNIOSKI

Skała ciemna nawiercona w Wejsunach na głębokości 1200 m przedstawia typ ferrogabra polimelanowego, augitowo-hornblendowo-biotytowego z magnetytem. Wykrystalizowała ona z magmy, która przedzierała się przez serię amfibolitów (prawdopodobnie ortoamfibolitów) zupełnie wystygłą, jak na to wskazuje kształt ksenolitów tegoż amfibolitu w gabrze. Powstanie tego masywu gabrowego, ze względu na stwierdzony tu bardzo wysoki stopień geotermiczny (96 m), należy przypuszczalnie zaliczyć do dolnego archaiku (intruzja katarska).

W ten stary masyw, już całkowicie wystygły, wdarła się następnie młodsza intruzja magmy sjenitowej, pochodząca prawdopodobnie z tego samego zbiornika magmowego, który dostarczył materiału do utworzenia masywu sjenitowego nawierconego w Elku (E. Görlich, J. Badak, L. Stoch, 1960). Wiek tej intruzji odpowiada zapewne wiekowi powstania granitów mikrokinowych nawierconych w Ostrowi Mazowieckiej (A. Bolewski, E. Görlich, J. Badak, 1960). Granity te, podobnie jak młodsze czerwone granity mikrokinowe Finlandii, Szwecji, tarczy rosyjskiej oraz płyty wołyńskiej, można uważać za przewodnie dla końcowej fazy ruchów postbotnickich (sfekofenidy).

Górne partie profilu wiercenia w Wejsunach wskazują, że duża masa intrudującej magmy sjenitowej potrafiła tu rozgrzać skałę gabrową i wykorzystując rozluźnienie jej spoiwości przeniknąć ją swymi ruchliwymi produktami albo wskutek infiltracji w szczelinki, albo też przez dyfuzję międzyciarnową lub objętościową. Mineralizatory pochodzące z magmy sjenitowej ułatwiały asymilację skały gabrowej w szeregu kolejnych reakcji. Asymilacja ta zachodziła w różnym stopniu, dając przy swym maksymalnym natężeniu skały hybrydowe, gabrosjenitowe (monzonitowe) oraz różne stadia pośrednie: gabro-monzonity i sjenito-monzonity. Związki gabra z sjenitem są tu na ogół podobne do takichże związków w płycie południoworosyjskiej i ukraińskiej, a także do niektórych obszarów południowej części tarczy skandynawskiej. Związki te są całkowicie odmienne od relacji gabra z dunitem na płycie północnorosyjskiej i na Uralu. W środkowych i niższych partiach profilu wiercenia z Wejsun, dalej odsuniętych od intruzji sjenitowej, intruzja przenika w spękania skały gabrowej jedynie apofizami i iniekcjami o mniejszej pojemności cieplnej, tworzącymi często ostre granice z gabrem, bez możliwości zhybrydyzowania go na większą skałę. Sjenit bywa tu wykształcony aplitycznie.

W stropie skał krystalicznych podłoża nawierconego w Wejsunach wśród skał osadowych występują porwaki trachitu, które być może mają jakiś związek z niedaleko na wschodzie leżącymi skałami trachitowymi okolicy Elku. Podobnego bowiem typu trachit spotyka się w postaci ksenolitów w sjenicie nawierconym w Elku (8).

Interpretacja petrochemiczna wskazuje na ciągłość zmian w procesie hybrydyzacji magmy gabrowej i sjenitowej. Ciekawe jest pewne załamanie tej ciągłości stwierdzone w analizie 5, a w pewnym stopniu zaznaczające się także w analizie 9, widoczne zwłaszcza na wykresie Zawarickiego (fig. 2). Podobne załamanie znane jest z wykresu toku dyferencjacji magmy bazaltowej. Może tu wskazywać na ograniczoną zdolność reago-

wania czy też nawet mieszania się magm krzemianowych o pewnym składzie. Dotychczasowe badania dają jednak zbyt mało materiału faktycznego, aby ustalić ten fakt z całą pewnością, należy go jednak zasygnalizować.

Katedra Mineralogii i Petrografii AGH

Nadesłano dnia 24 kwietnia 1960 r.

PIŚMIENNICTWO

- BROCKAMP B. (1941) — Zum Bau des tieferen Untergrundes in Nordost Deutschland. Jb. Reichsstelle Bodenforsch., 61 (1940), p. 157—185. Berlin.
- BOLEWSKI A., GÖRLICH E., BADAК J. (1960) — Studium petrologiczne skał krystalicznych nawierconych w Ostrowi Mazowieckiej. Kwart. geol., 4, p. 827—844, nr 4, Warszawa.
- GÖRLICH E., STOPKA Z. (1956) — O krystalochemicznej skali kwasowości krzemianowych i tlenkowych materiałów ogniotrwałych. Zesz. nauk. A.G.-H., nr 8, Ceramika, nr 1, p. 19—28. Kraków.
- GÖRLICH E. (1957) — Chemia krzemianów. Wyd. Geol. Warszawa.
- GÖRLICH E. (1958a) — Analiza krzemianów. Wyd. Geol. Warszawa.
- GÖRLICH E. (1958b) — O niektórych problemach geochemii i kosmochemii. Wiad. Chem., 12, p. 319—365, nr 6. Łódź.
- GÖRLICH E., BADAК J., STOCH L. (1960) — Skały krystaliczne podłoża i produkty ich przeobrażenia nawiercone w Elku. Biul. Inst. Geol., 168 (w druku).
- SEITZ O. (1941) — Über Mesozoikum und Perm in Pommern und Ostpreussen. Jb. Reichsstelle Bodenforsch., Berlin.

Эдуард ГЕРЛИХ, Ежи БАДАК, Тадеуш МОРАВСКИ

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОД КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ВСКРЫТОГО БУРЕНИЕМ В ВЕЙСУНАХ ОКОЛО ПИША

Резюме

В 1938—1939 годах в районе магнитной аномалии Пипша, в окрестностях Вейсун (северо-восточная Польша) было произведено опорное бурение. Керн из этой скважины был найден в 1953 г., но без документации.

Авторами представлена петрографическая характеристика вскрытых в Вейсунах сиенитовых, габбровых и гибридовых пород и амфиболитов. Эти разные типы пород многократно переслаиваются между собой в вертикальном разрезе. На основании образцов керна присланных из ГДР и изучения остатков керна из Вейсун составлен сводный профиль этой скважины. В дальнейшей части авторами представлены химический состав вскрытых в Вейсунах пород и их

петрохимическая интерпретация. Произведено 9 полных химических анализов кристаллических пород (таблица 1, стр. 852).

Темная порода вскрытая в Вейсунах на глубине 1200 м представляет собой тип полимеланового феррогаббро, авгитово-роговообманково-биотитового с магнетитом. Она кристаллизовалась из магмы, которая прорывалась через серию амфиболитов (вероятно ортоамфиболитов совсем остывших, как на это указывает форма ксенолитов этого же амфиболита в габбро). Происхождение этого габбрового массива следует вероятно приурочить к нижнему архею (катархейская интрузия).

В этот старый массив ворвалась позднейшая интрузия сиенитовой магмы, происходящей вероятно из того же самого магматического очага, из которого доставлялся материал на создание сиенитового массива, вскрытого в Элке. Верхние слои в разрезе скважины в Вейсунах указывают, что большая масса интрузирующей сиенитовой магмы разогрела габбровую породу и используя ослабление ее спайности проникнула в нее своими подвижными продуктами вследствие инфильтрации по трещинах или последствием межзерновой или объемной диффузии. Минерализаторы из сиенитовой магмы облегчили ассимиляцию габбровой породы в ряде очередных реакций. Эта ассимиляция происходила в разной степени, давая при своем максимальном напряжении гибридные породы габбро-сиенитовые (монцонитовые) и разные промежуточные стадии: габбромонциты и сиенитомонциты. Сочетания габбро с сиенитом тут вообще похожи на сочетания известные из Украинского массива и некоторых районов южной части Скандинавского щита. В средних и нижних отрезках разреза скважины Вейсуны, отделенных от сиенитовой интрузива, сиенит проникает в трещины габбровой породы только апофизами и инъекциями. Сиенит обладает здесь аплитовой структурой.

Петрохимическая интерпретация указывает на непрерывность перемен в процессе гибридации габбровой и сиенитовой магмы. Интересным является некоторое нарушение этой непрерывности констатированное анализом 5 и в некоторой степени отмечающееся и в анализе 9, особенно хорошо видные на диаграмме Заварицкого. Подобное нарушение известно из диаграммы дифференциации базальтовой магмы. Оно указывает на ограниченную способность к реакции или к смешиванию силикатных магм.

Edward GÖRLICH, Jerzy BADAК, Tadeusz MORAWSKI

**PETROCHEMICAL INVESTIGATIONS OF ROCKS OF CRYSTALLINE
SUBSTRATUM TOUCHED BY BORING AT WEJSUNY NEAR PISZ**

Summary

In 1938—1939 there was drilled a bore-hole near Wejsuny, in the area of the Pisz magnetic anomaly (North-Eastern Poland). The core of this drilling, lost during the war, was recovered in 1953, but — in its major part — without explanatory records.

The authors present the petrographical characteristic of the rocks touched by boring at Wejsuny, consisting of syenites, gabbros, hybrides and amphibolites. In the

vertical section, these different rock types show a manifold intertonguing. On the basis of core samples received from the German Democratic Republic, and of the cognizance of the remnants of the Wejsuny core, the columnar section of this bore hole has since been reconstructed. The authors undertook the investigation of the chemical composition of the rocks from the Wejsuny bore-hole, and their petrochemical interpretation. Of the crystalline rocks they carried out, altogether, 9 full chemical analyses (Table 1). On the basis of these analyses they computed, by various methods, projections according to Zavaritsky, Raaz, Elston, and several other methods.

The dark rock touched at Wejsuny at 1200 m. depth represents the type of a polymelanitic, augite-hornblende-biotite ferrogabbro, with magnetite. It crystallizes from a magma which forced its way through a completely cooled series of amphibolites (probably orthoamphibolites), as indicated by the shape of xenoliths of this amphibolite intruded into the gabbro. It is probable that the formation of this gabbro massif should be assigned to the Lower Archaean (the Katarchaeon intrusion).

Subsequently, into this ancient massif there invaded a younger intrusion of syenite magma, presumably derived from the identical magma reservoir which supplied material for building the syenite massif touched by boring at Elk. In the Wejsuny bore-hole the upper parts of the bore-hole columnar section indicate that here the huge mass of intruding syenite magma succeeded in heating up the gabbro rock. Taking advantage of the loosening of its compactness, the mobile products of the syenite magma penetrated the gabbro; this penetration must have been either by infiltration into the tiny gabbro fissures, or by intergrain or volumetric diffusion. Mineralizing agents, derived from the syenite magma, facilitated assimilation of the gabbro rock by a number of successive reactions. This assimilation occurred forth in varying degrees producing, at its highest intensity, hybrid rocks, (monzonite) gabbro-syenites as well as various intermediate rock stages, such as gabbro-monzonites and syenite-monzonites. The combinations of gabbro with syenite are here, as a rule, analogous to those found in the Russian Platform and in some areas of the southern part of the Scandinavian Shield. In the middle and lower parts of the section of the Wejsuny bore-hole which are farther removed from the syenite intrusion, this intrusion permeates into the fissures of the gabbro rock solely by apophyses and injections. Here the syenite is often of aplitic texture.

The petrochemical interpretation indicates a continuity of changes in the process of hybridization of the gabbro and syenite magma. A curious feature is a certain break in this continuity ascertained in analysis No. 5 and, to some extent, in analysis No. 9 too, visible particularly clearly in Zavaritsky's diagram (Fig. 2). A similar break is known from the diagram of differentiation of basalt magma. This seems to indicate a limited capacity of reacting, or even of mixing, of silicate magmas.

TABLICA I

- Fig. 7.** Kontakt sjenitu z drobnoziarnistym amfibolitem
Otwór Wejsuny, nikole skrzyżowane, pow. około 25 ×
Syenite in contact with fine-grained amphibolite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 8.** Kontakt sjenito-monzonitu z drobnoziarnistym amfibolitem
Otwór Wejsuny, nikole skrzyżowane, pow. około 25 ×
Syenite-monzonite in contact with fine-grained amphibolite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 9.** Sjenit gruboziarnisty, liczne pertyty
Otwór Wejsuny, nikole skrzyżowane, pow. około 25 ×
Coarse-grained syenite. Numerous perthites
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 10.** Sjenit, duże osobniki pertytu
Otwór Wejsuny, nikole skrzyżowane, pow. około 25 ×
Syenite. Great grains of perthite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 11.** Gabro, słabo zaznaczająca się amfibolityzacja augitu z wydzieleniem
magnetytu
Otwór Wejsuny, nikole równoległe, pow. około 40 ×
Gabbro; a feebly marked amphibolitization of augite with secretion of
magnetite
Bore-hole Wejsuny, parallel nicols, enlarged about × 40
- Fig. 12.** Gabro; plagioklasy, augit ulegający amfibolityzacji oraz magnetyt
Otwór Wejsuny, nikole skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; plagioclases, augite submitted to amphibolitization, and magnetite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Foto B. Ostrowicki, fig. 11 — foto E. Görlich, H. Gruszczyk

Fig. 7

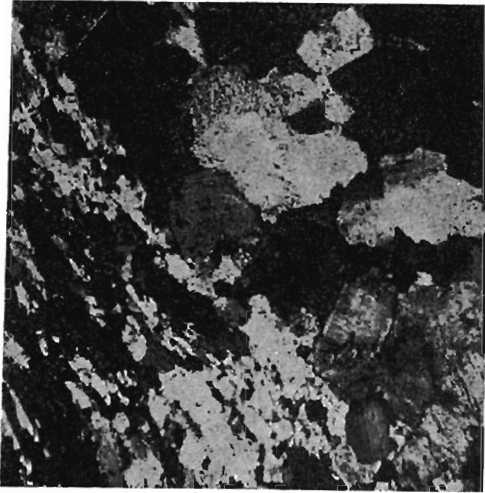


Fig. 8



Fig. 9

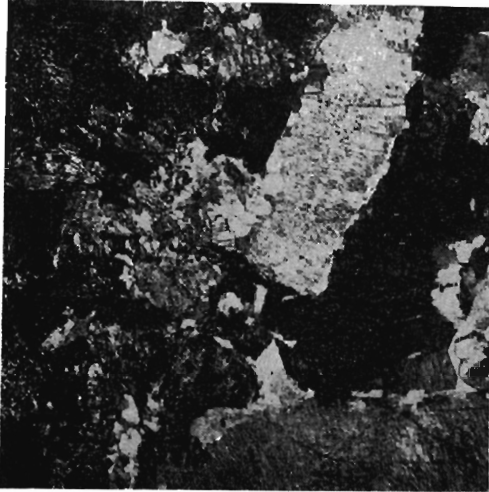


Fig. 10

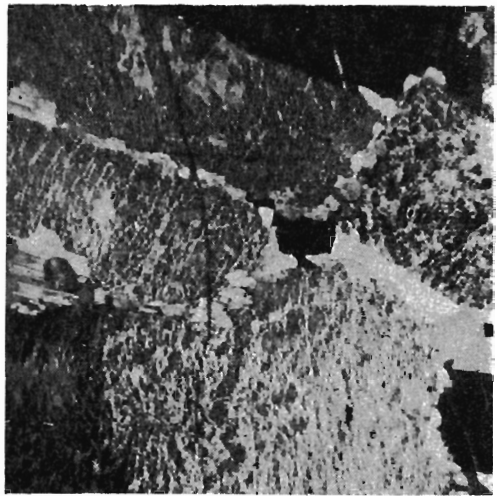


Fig. 11

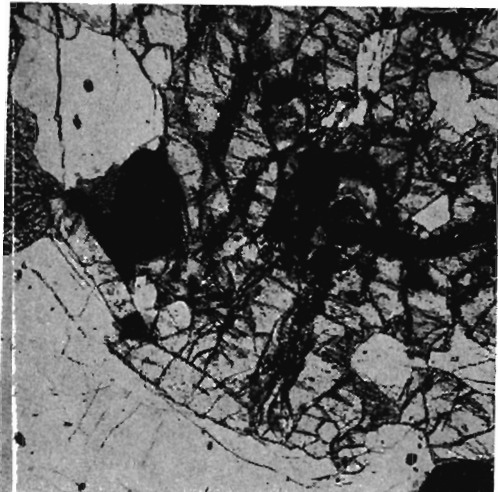
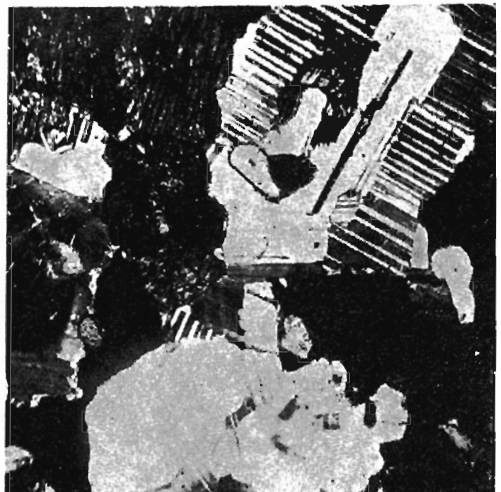


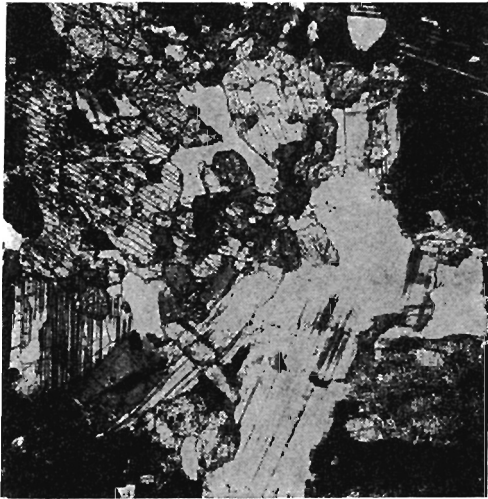
Fig. 12



TABLICA II

- Fig. 13. Gabro; liczne augity z wrostkami magnetytu ulegające amfibolizacji oraz plagioklasy
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; numerous augites with inclusions of magnetite submitted to amphibolitization and plagioclases
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 14. Gabro; duże osobniki augitu z wrostkami magnetytu oraz plagioklasy
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; great individuals of augite with inclusions magnetite and plagioclases
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 15. Żyłki sjenitu (skalenkowe) w gabro
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Syenite feldspar veins in gabbro
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 16. Kontakt między gabrem a monzonitem
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro in contact with monzonite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 17. Gabro; plagioklasy, ortoklaz, augit, biotyt oraz magnetyt
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; plagioclases, orthoclases, augite, biotite and magnetite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 18. Gabro; duże osobniki plagioklazów oraz amfibole
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro, great plagioclase individuals and amphibolites
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25

Foto B. Ostrowicki



13

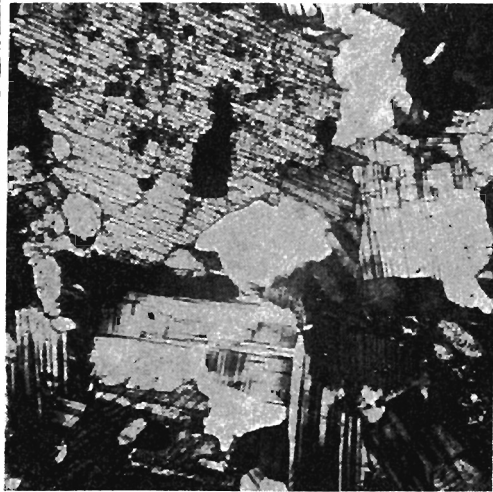
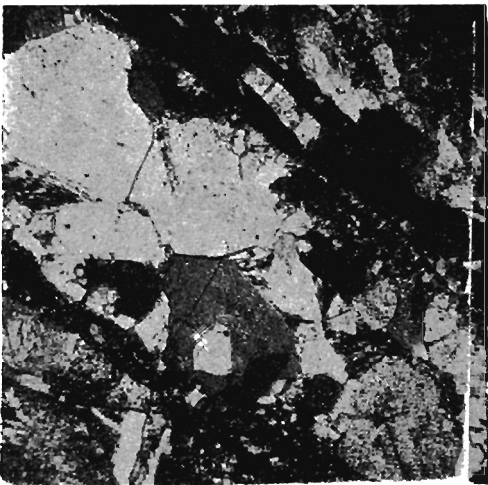


Fig. 14



g. 15

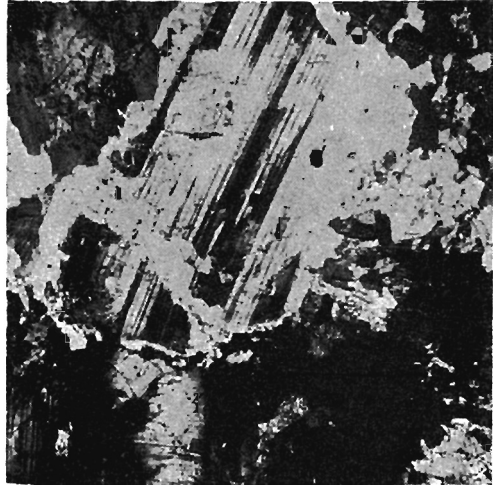


Fig. 16



ig. 17

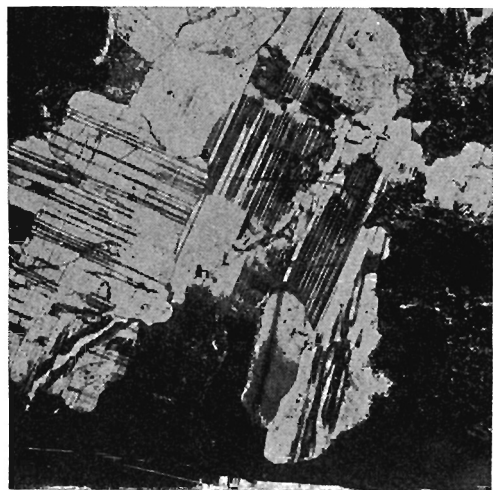


Fig. 18

TABLICA III

- Fig. 19. Gabbro; biotyt z magnetytem oraz hornblenda (biotytyzacja)
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; biotite with magnetite and hornblende (biotitization), crossed nicols,
enlarged about × 25
- Fig. 20. Gabbro; augit z drobnymi wprysnięciami magnetytu oraz plagioklasy
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Gabbro; augite with small inclusions of magnetite and plagioclases
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 21. Skała hybrydowa — ortoklaz i plagioklasy
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Hybrid rock, orthoclase and plagioclases
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 22. Skała hybrydowa; pertyty, plagioklasy, resztki augitu i biotytu oraz magnetyt
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Hybride rock, perthites, plagioclases, magnetite and remains of augite and
biotite
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 23. Skała hybrydowa — plagioklasy i pertyty
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Hybride rock — plagioclases and perthites
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25
- Fig. 24. Kontakt między skałą hybrydową a gabrem
Otwór Wejsuny, nikiel skrzyżowane, pow. około 25 ×
Contact of hybride rock with gabbro
Bore-hole Wejsuny, crossed nicols, enlarged about × 25

Foto B. Ostrowicki

Fig. 19

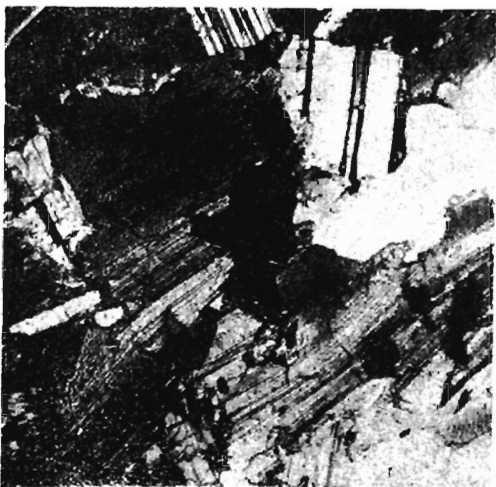


Fig. 20

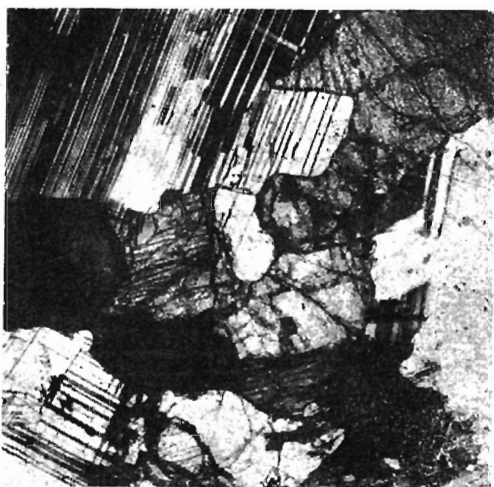


Fig. 21



Fig. 22

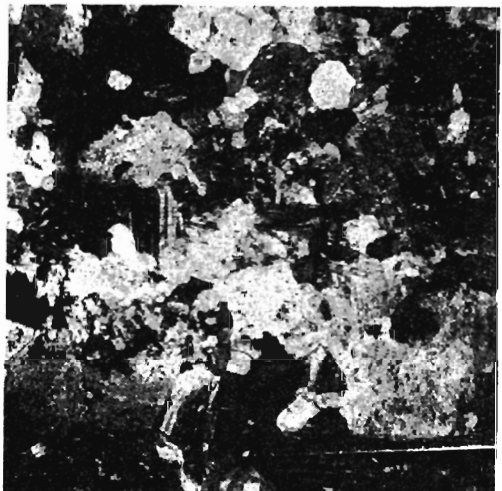


Fig. 23

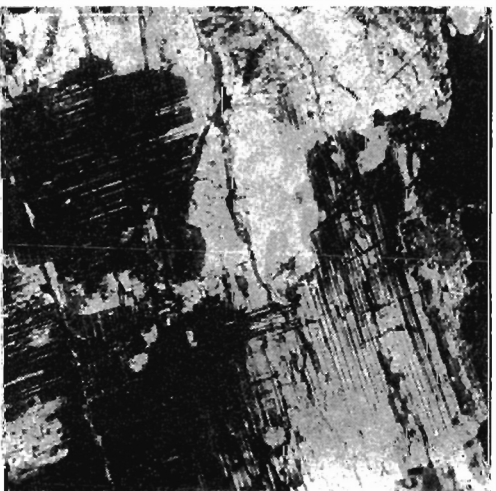


Fig. 24

