

TADEUSZ WIESER

POCHODZENIE BUDOWY PASOWEJ I WTÓRNYCH ZBLIŻ-
NIACZEŃ NA PRZYKŁADZIE PLAGIOKLAZÓW SKAŁ
MAGMOWYCH MRZYGŁODU

(Tabl. I. i 9 fig.)

*The origin of zoning and secondary twinnings on example of pla-
gioclases from magmatic rocks of Mrzygłód*

(Pl. I and 9 fig.)

Streszczenie. W toku obserwacji mikroskopowych nad dajkowymi skałami magmowymi Mrzygłodu koło Zawiercia napotkano szereg interesujących przykładów zbliźniaczeń i budowy pasowej w plagioklazach porfirów dacytowych i diabazów. Głównym celem opracowania jest wyjaśnienie genezy budowy pasowej i zbliźniaczeń w tego rodzaju skałach; m. i. obok bliźniaków pierwotnych i wtórnych (inwersyjnych) stwierdzono obecność zbliźniaczeń powstałych w deuterycznym okresie krystalizacji.

I. WSTĘP

W dwóch ostatnich latach na obszarze Mrzygłodu koło Zawiercia natrafiono wierceniami prowadzonymi przez Instytut Geologiczny na szereg występowania nie znanych tam skał magmowych (T. Wieser 1957 oraz F. Ekiert 1957). Posiadają one postać prostych, rzadziej złożonych, stromo zapadających dajek o rozmaitej grubości. Duża zmienność w składzie mineralnym i częściowo chemicznym skał wywołana została powszechną i odbywającą się stadiami działalnością wód gorących. Dzięki niecałkowitemu przeobrażeniu niektórych części dajek, a nawet całych dajek diabazów i porfirów dacytowych możliwym stało się przeanalizowanie wpływu procesów przeobrażeniowych na pierwotną budowę składników skał. Za szczególnie przydatne do tego celu uznano skalenie sodowo-wąpienne wyróżniające się poza budową zonalną doskonałe wykształconymi, a wśród nich rzadko spotykanymi zbliźniaczeniami. Zapoznanie się z nimi rozpocznie od przedstawienia ich budowy bliźniaczej.

II. BUDOWA BLIŹNIACZA PLAGIOKLAZÓW

Nie przeobrażone skalenie sodowo-wapienne, gdyż tylko te w Mrzygłodzie tworzą osobniki odpowiednie do badań stolikowych, należą raczej do rzadkości. Znaleziono je jedynie w niektórych odmianach diabazu oraz w porfirach dacytowych. W albitofirach z uwagi na ich silniejsze przeobrażenia budowa bliźniacza plagioklazów jest trudna lub niemożliwa do odcyfrowania. Zamieszczone dalej przykłady zrostów bliźniaczych wybrane zostały spośród wielkiej ilości przekrojów bądź z racji ich zasadniczego, panującego typu wykształcenia, bądź też ze względu na specjalny charakter zbliźniaczeń. Ogólnie stwierdzić należy, że w magmowcach mrzygłodzkich obok rzadkich, prostych bliźniaków i nieco liczniejszych bliźniaków polisyntetycznych bardzo pospolite są bliźniaki złożone i kompleksowe¹. Z tego też względu bliźniaki te będą głównym przedmiotem rozważań.

Rozpoznanie typów zbliźniaczeń. Dla określenia praw bliźniaczych posłużono się pięcioosiowym stolikiem uniwersalnym. Datujące się od chwili ulepszenia przez R. Emmons'a (1929) modelu stolika czteroosiowego E. Fedorowa, stałe doskonalenie metod stolikowych znacznie przyspieszyło i rozszerzyło możliwości badań nad zbliźniaczeniami. W wielu przypadkach wyeliminowane zostało posługiwanie się konstrukcjami graficznymi, nieodzownymi w metodach opracowanych przez Fedorowa, Bereka, Duparca-Reinharda i in. dla stolika czteroosiowego. Wiele szczegółów odnośnie do tych wcześniejszych metod badań zbliźniaczeń zawierają w naszej literaturze prace M. Kołaczkowskiej (1928, 1930). Projekcje stereograficzne pozostają jednak w dalszym ciągu dużym ułatwieniem przy opracowaniu szeregu skomplikowanych zrostów bliźniaczych. Również dla sprawdzenia dokładności wykonanych pomiarów (mając przy tym na uwadze ewentualne niejednorodności w budowie osobników wywołane „strainem”, budową zonalną, przeobrażeniami) użycie klasycznych sposobów graficznych jest bardzo wskazane w każdym przypadku zbliźniaczenia.

Zasadniczą zaletą wypływającą z wprowadzenia piątej osi w stoliku uniwersalnym jest możliwość szybkiego i nieskomplikowanego rozpoznania typu zbliźniaczenia u zrastających się osobników i bezpośredniego określenia ich składu chemicznego. Odpowiednią metodę, nazwaną przez jej autorów — R. Emmons'a i R. Gatesa (1939) metodą pięcioosiową, rozwinął i udoskonalił R. Emmons (1943). Na podobnych założeniach opiera się i metoda A. Zawarickiego (1943). Do zasad tych należy:

- 1) ustawienie indykatrysty jednego ze zrastających się osobników w położeniu zorientowanym względem osi optycznej mikroskopu i jego płaszczyzny symetrii;

¹ Bliźniakami polisyntetycznymi określono w tekście za większością autorów wielokrotne zbliźniaczenie należące do jednego prawa. Bliźniaki złożone różnią się od nich występowaniem osobników przynależnych do dwóch lub trzech praw, kompleksowe zaś występowaniem kilku rodzajów praw jak i kilku płaszczyzn zrostu. O ile trzy osie bliźniacze tworzą przestrzenny układ kierunków wzajemnie prostopadłych, takie bliźniaki złożone bywają wydzielane pod nazwą triad. Pełną triadę tworzą co najmniej cztery osobniki.

- 2) określenie współrzędnych bieguna płaszczyzny zrostu, płaszczyzny łupliwości oraz osi bliźniaczych, głównie przy wykorzystaniu pozostałych osi zewnętrznych;
- 3) naniesienie wyników na odpowiednie nomogramy lub stereogramy, najlepiej z pomocą siatki Fedorowa - Emmons'a.

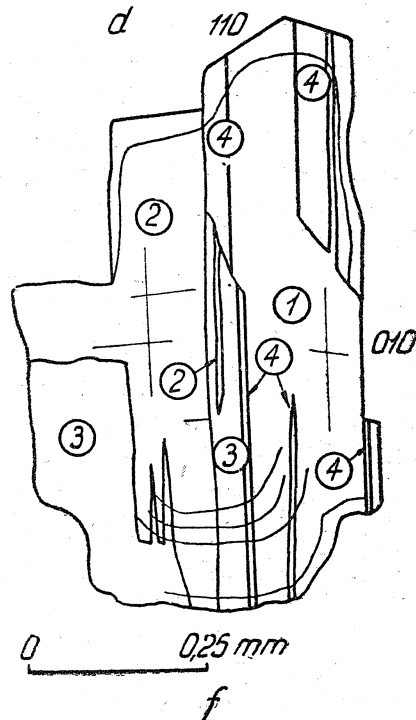
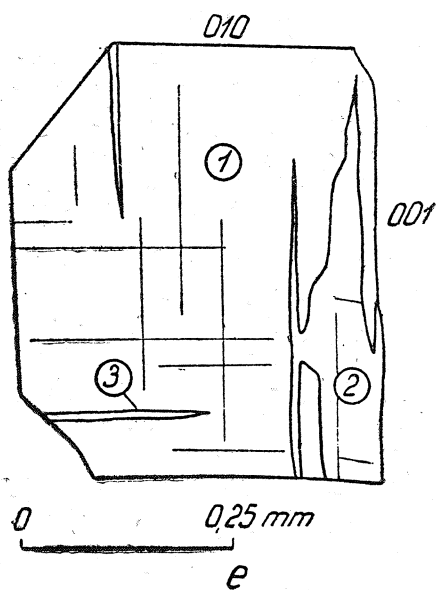
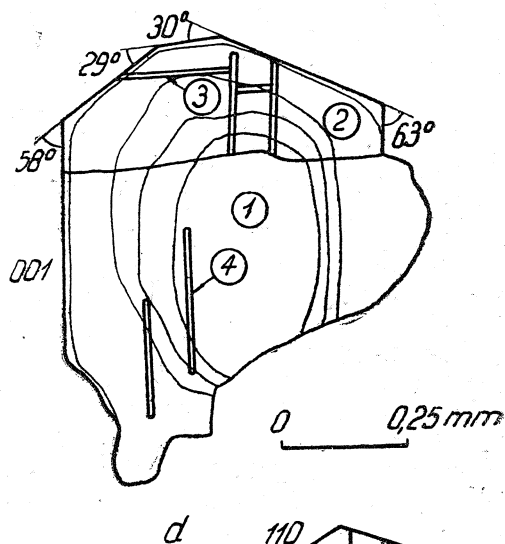
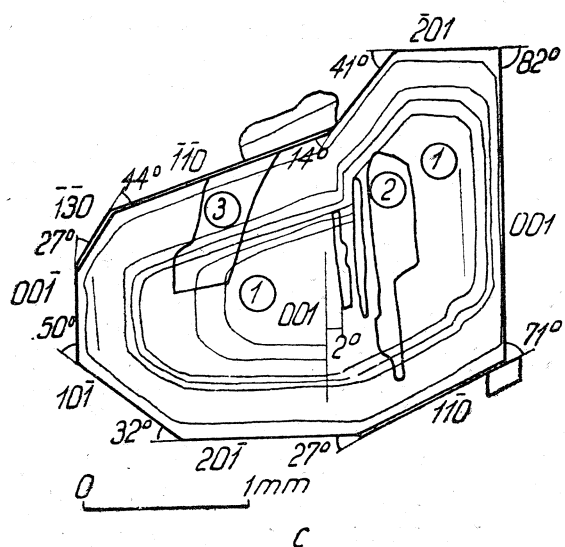
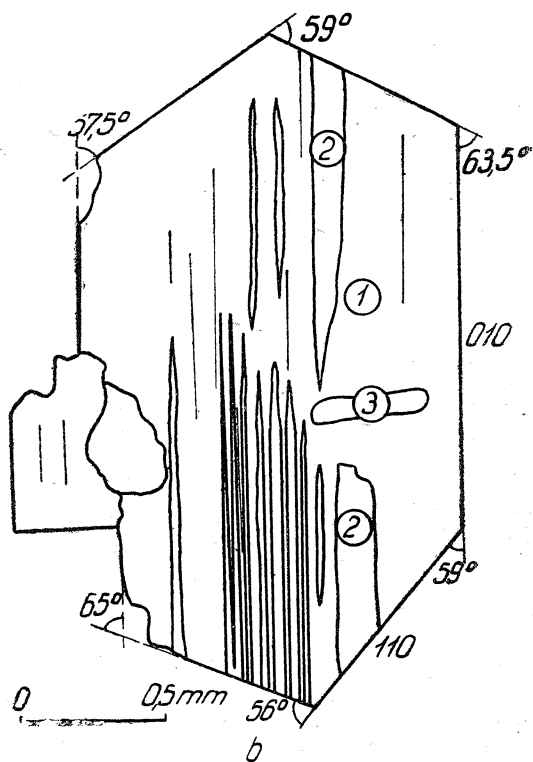
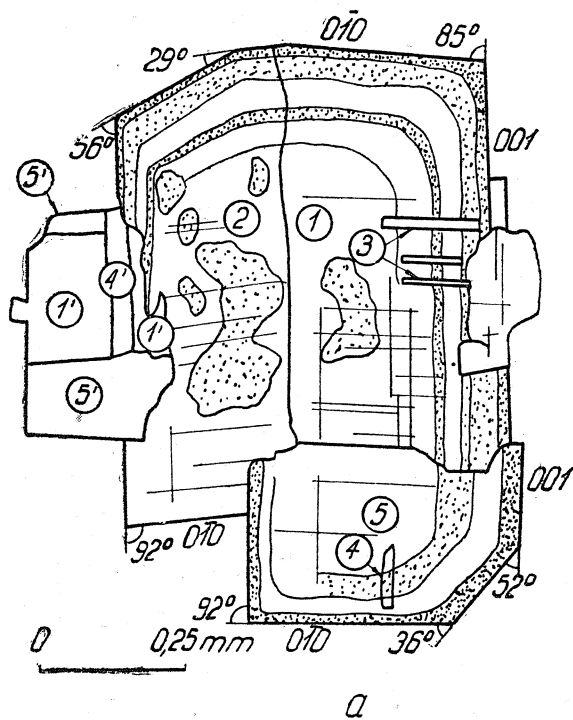
Główną zaletą tej procedury oznaczania rodzaju zbliźniaczenia i zarazem zawartości substancji anortytowej jest jej szybkość i możliwość zastosowania przy całej rozpiętości składu chemicznego plagioklazów, jak również przy każdej niemal grubości prążków bliźniaczych. Dzięki tym udogodnieniom metoda pięcioosiowa stanowi doskonałe uzupełnienie dla metody A. Rittmanna (1929) i graficznych sposobów Fedorowa. Jedyne zastrzeżenie, jakie wysuwane jest wobec metod Emmons'a i Zawarickiego, stanowi określenie współrzędnych osi bliźniaczej u zrostów według prawa krawędzi lub normalnej krawędzi (W. Sobolew 1954, str. 104). Mianowicie przytacza się możliwość omyłkowego uznania tzw. głównego kierunku za oś bliźniaczą. Wydaje się jednak, że zastrzeżenie to jest tylko wtedy słuszne, o ile ograniczona swoboda ruchów wokół osi Z. E-W (A_4) uniemożliwia porównanie położenia osi bliźniaczej względem tzw. położenia krytycznego (oś krytalograficzna a w położeniu osi optycznej mikroskopu).

Ustawienie przekroju jednego ze zrastających się osobników w położeniu krytycznym posiada, jak wiadomo (A. Rittmann 1929, str. 28 — 35), jeszcze i inne zalety. Pozwala ono mianowicie na bezpośrednie zidentyfikowanie niemal wszystkich praw bliźniaczych. Bierze się przy tym pod uwagę zarówno znaki i wartości kątów znikania, jak i orientację płaszczyzny zrostu osobników. Zarazem może być w sposób szybki i jednoznaczny określona zawartość substancji anortytowej, o ile ta nie jest zbyt wysoka, jak w bytownicie lub anortycie. Na przeszkodzie w uzyskaniu dokładnych wyników może stanąć także wycinalny charakter powierzchni zrostu, niewyrazistość szczelin łupliwości, lub ich tektoniczne deformacje utrudniające prawidłowe ustawienie linii przecięcia szczelin w osi mikroskopu. Ten sposób rozpoznawania zbliźniaczeń zawodzi zupełnie w przypadkach zdarzających się zresztą zupełnie wyjątkowo, gdy płaszczyzną zrostu jest (100).

Jak już wspomniano, dla bardziej złożonych przykładów zbliźniaczeń, a w szczególności dla wyjaśnienia praw rządzących powstawaniem triad i ich kombinacji dawne sposoby graficzne z wykorzystaniem np. siatki Wulffa pozostają nadal w użyciu i były wraz z podanymi wyżej metodami stosowane przy rozpoznaniu budowy bliźniaczej u badanych plagioklazów z Mrzygłodu.

Typy zbliźniaczeń w plagioklazach z porfirów dacytowych. Jakkolwiek wiercenia w Mrzygłódzie przebiły wiele dajek porfirów dacytowych, nie znaleziono wśród nich odmian, które by mogły być uznane za świeże, nie przeobrażone. Składniki każdej z tych skał, a w szczególności skalenie sodowo-wapienne z reguły ujawniały silne piętna metamorfozy hydrotermalnej.

Najmniej przeobrażone plagioklasy zostały zauważone w wąskiej dajce porfirowej przy badaniu rdzenia wiertniczego 7/C/55 wyciągniętego z głębokości 205 — 206 m. Dobrze widoczne już megaskopowo feno-



kryształy plagioklazu osiągają w nim maksymalną średnicę do 7 mm. Wielkość fenokryształów jest jednakowoż bardzo zmienna i spada bez interwałów, w sposób ciągły, do rozmiarów odpowiadających mikrolitom. Pokrój kryształów jest przeważnie euhedralny, grubopłytkowy według (010) i rzadziej według (001). Zdarzają się również, zwłaszcza u bardziej drobnych ziarn, postacie wydłużone zgodnie z a . O rodzaju najczęściej spotykanych ograniczeń krystalograficznych informują w pewnym stopniu przekroje ziarn w płytkach cienkich, zestawione na fig. 1 a—f. Przekroje te wybrane zostały jako najbardziej charakteryzujące pokrój, ograniczenia, a przede wszystkim zbliżniaczenia plagioklazów.

Najbardziej interesującym przykładem dla zbliżniaczeń jest „kryształ blokowy” przedstawiony na fig. 1 a. Przekrój trafił go niemal prostopadłe do osi krystalograficznej $a = [100]$. Ślady przecięcia ścian ograniczających jak i płaszczyzny zrostu mają w nim przebieg na ogół prostoliniowy. Szczelinki łupliwości, podobnie jak i budowa pasowa, są doskonale zaznaczone. Rozpoznanie zbliżniaczeń możliwe było do wykonania bez projekcji graficznej przedstawionej na fig. 2 a. Jak wynika już

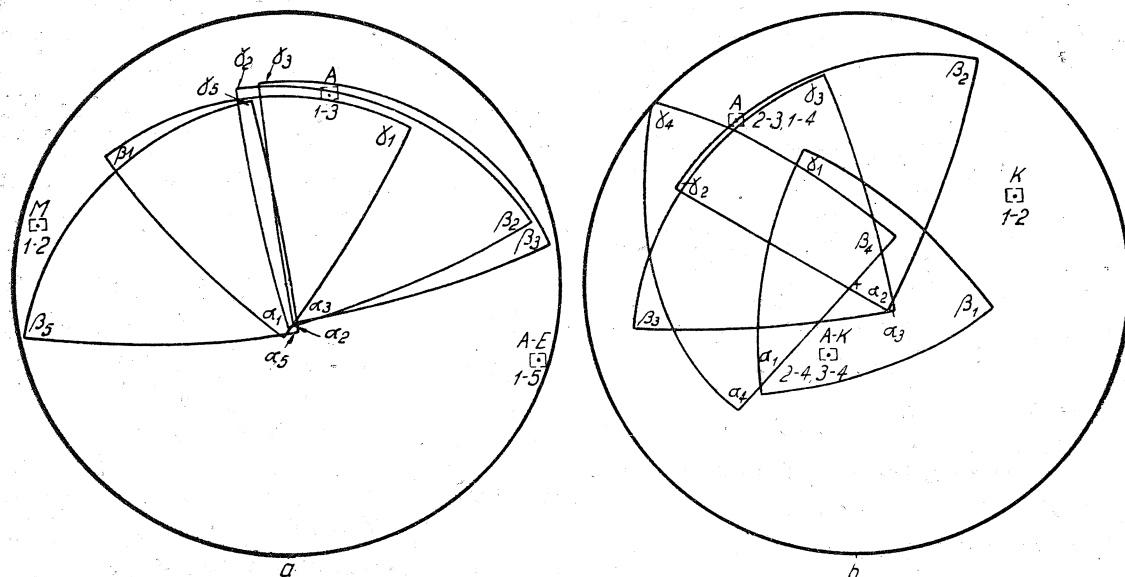


Fig. 2. Stereogramy indyktrys dla subindywiduów tworzących ziarna przedstawione na fig. 1a i f

Fig. 2. Stereograms of indicatrix of subindividuals forming crystals presented in fig. 1a and f

z pomiarów kątów znikania w położeniu krytycznym osobniki, lub lepiej, subindywidua (1)—(2) należą do prawa manebachskiego, (1)—(3) do albitowego zaś (1)—(5) do albitowo-esterelskiego. Prążki bliźniacze (4), przypominające albitowe, są nachylone swoją płaszczyzną zrostu (przekrój rombowy) pod około 2° względem płaszczyzny (001), odpowiadają

Fig. 1. Przekroje ziarn plagioklazu z porfirów dacytowych

Fig. 1. Cross-sections of plagioclase crystals in dacite-porphry

więc prawu peryklinowemu. Subindywidua (ang. subindividuals) (1), (3) i (5), posiadające wspólną płaszczyznę zrostu (010) tworzą niepełną triadę typu albitowego. W połączeniu ze zbliźniaczeniem manebachskim decyduje to o zaliczeniu kryształu blokowego do tzw. bliźniaków kompleksowych. Zawartość substancji anortytowej jest zmienna i waha się w granicach 27 — 49% An. (fig. 7 a).

Znacznie mniej skomplikowany obraz przerostów bliźniaczych daje ziarno oznaczone literą b (fig. 1). Przecięte tym razem prawie dokładnie prostopadłe do $c = [001]$, przedstawia ono raczej bliźniak polisyntetyczny, albitowy, gdyż lamelkowe zrosty bliźniacze, peryklinowe, grają zapewne w całym ziarnie bardziej podrzędną rolę. Ziarno nie ma wyraźnej budowy zonalnej (pasowej), w związku z czym ułatwione było określenie średniej zawartości substancji An. Wyniosła ona 42%, jeśli przyjąć za podstawę zarówno współrzędne bieguna płaszczyzny łupliwości (010) względem indykatrixy w osobniku (1), jak i pomiary kątów ściemniania wykonane metodą pasową Rittmanna. Dogodne ustawienie ziarna względem powierzchni płytki cienkiej pozwoliło na bardziej dokładne określenie kątów dwuściennych w pasie $[001]$.

Uzupełniające względem poprzednich przekrojów jest położenie uchwycone w ziarnie 1 c. Normalną powierzchni przecięcia ziarna jest tu bowiem, w przybliżeniu, oś b. Taka orientacja przekroju znacznie ułatwiła pomiar kątów dwuściennych w pasie $[010]$. Wśród zrostów bliźniaczych, jakie objęła cienka płytka, zauważono obecność bliźniaków peryklinowych (1) — (2) i karlsbadzkich (1) — (3). Kąt między płaszczyznami łupliwości (001) i przekroju rombowego mierzy tu dokładnie -2° , co odpowiada zawartości około 50% An.

Ukośne położenie względem osi krystalograficznych i sprężystości optycznej zajmuje ziarno fig. 1 d, w którym rozpoznano trzy rodzaje zbliźniaczeń: (1) — (4) — peryklinowe, (1) — (2) — karlsbadzkie i (2) — (3) — albitowe. Ziarno jest w połowie ograniczone ścianami krystalograficznymi pozostały zaś kontur jest krzywoliniowy i naprowadza swym przebiegiem, podobnie jak i budowa zonalna, na przypuszczenie, że ziarno jest oderwanym podczas ruchu magmy fragmentem grupy ziarn. Takie grupy ziarn są w porfirze dacytowym zjawiskiem dość często obserwowanym, jakkolwiek nie może być to jeszcze podstawą do zamiany określenia struktury porfirowej na glomerofirową.

Nieskomplikowaną budowę bliźniaczą ma bliźniak kompleksowy e (fig. 1) przecięty prawie prostopadłe do a. Podobnie jak i w poprzednim przypadku albitowe prążki bliźniacze grają tu bardziej podrzędną rolę w budowie ziarna. Współrzędne płaszczyzn łupliwości (001) i (010) względem indykatrixy subindywiduum (1) odpowiadają zawartości 46 i 45% substancji anortytowej.

Typowym przykładem bliźniaka złożonego może być ziarno f (fig. 1). Płaszczyzną zrostu jest tu dwuścian podłużny (010). Dzięki ogólnie prostoliniowemu przebiegowi linii przecięcia płaszczyzny zrostu i płaszczyzn łupliwości z przekrojem oraz dogodnej orientacji osi a względem przekroju bardzo ułatwione było wyszukanie położenia krytycznego. Wszystkie rodzaje praw bliźniaczych mogły więc być bezpośrednio określone za pomocą analizy kąta znikania. I tak subindywidua (2) — (3) i (1) — (4)

miały równe kąty znikania dla różnoimiennych wektorów α' , co dowodzi ich przynależności do zbliźniaczenia albitowego. Nierówne kąty ściemniania $E_2 > E_1$ u subindywiduów (1) i (2) rozstrzygnęły o uznaniu ich za bliźniak karlsbadzki. Podobnie nierówne kąty znikania stwierdzono i w parach (3) — (4) i (2) — (4), jednakowoż dla jednoimiennych wektorów α' ($E_3 > E_4$ i $E_2 > E_4$), co sprawia, że zaliczenie ich (fig. 2 b) do bliźniaków albitowo-karlsbadzkich (Roc Tourné) staje się w pełni potwierdzone. Bliźniak karlsbadzki jest jednak tylko teoretyczny, gdyż subindywidua (1) i (2) nie stykają się bezpośrednio ze sobą. Z odległości kątowych między osiami bliźniaczymi i ich orientacji na stereogramie (fig. 2 b) można dalej wnioskować, że przedstawiony bliźniak złożony jest najczęściej spotykanym przykładem triady typu albitowego. Osiami bliźniaczymi w triadzie są: normalna (010), oś pasa [001] i normalna płaszczyzny przechodzącej przez te osie. Skład chemiczny plagioklazu ze względu na jego budowę pasową oznaczony został jedynie dla części środkowej i wynosi on 43% An.

Zestawiając podane typy budowy bliźniaczej ujawnia się, podobnie jak i w pozostałych przykładach, powszechność zbliźniaczeń wielokrotnych typu albitowego i peryklinowego. W wielu przypadkach pojawieniu się ich towarzyszą cechy zbliźniaczeń wtórnych (inwersyjnych), jak np. w ziarnach na fig. 1 b i 1 e. Przypuszczać należy, że przed powstaniem zbliźniaczeń albitowych i peryklinowych część ziarn była albo osobnikami niezabliźnionymi, albo też częściej bliźniakami karlsbadzkimi, manebachskimi lub rzadziej albitowo-esterelskimi. Niewątpliwie wtórne pochodzenie dla niektórych zbliźniaczeń zdają się mieć plagioklasy w diabazach uralitowych.

Typy zbliźniaczeń w plagioklazach z diabazów uralitowych. Odmiany uralitowe i uralitowo-kwarcowe diabazów występują w Mrzygłodzie dość często. Tworzą one zwykle zewnętrzne partie grubych, kilku- lub kilkudziesięciometrowych dajek. Plagioklasy ich są zwykle tak silnie przeobrażone, że trudne lub niemożliwe staje się rozpoznanie bliźniaków. Na mniej zmienione, jakkolwiek załbityzowane plagioklasy natrafiono w odwiercie 2/XVI/C z głębokości 214,40, 219,60 i 222,70 m. Struktura w próbkach diabazów uralitowych (214,40 m) lub uralitowo-kwarcowych (219,60 i 222,70 m) jest subofitowa wobec mniej więcej równych i stosunkowo dużych (do 8 mm) rozmiarów plagioklazów i pseudomorfoz uralitowych po piroksenach. Skalenie cechuje dość wysoki idiomorfizm i specyficzny pokrój ziarn zazwyczaj wydłużonych według [100] i spłaszczonych zgodnie z (001) lub rzadziej (010). Własności postaciowości u plagioklazów jest często właściwością wtórnie nabytą w związku z ich deuterycznym dorastaniem. Z drugiej strony te same reakcje deuteryczne są przyczyną korozji ziarn przez symplektyty skaleniowo-kwarcowe (p. fig. 3 d i tabl. I).

Szczególnie często euhedralny lub subhedralny rozwój ograniczeń ziarn zaobserwować można np. w próbkach diabazów uralitowo-kwarcowych z głębokości 219,60 m. Nie ta jednak cecha jest najbardziej charakterystyczna. Przy przeglądaniu płytek cienkich w świetle spolaryzowanym rzuca się w oczy częste występowanie bliźniaków kompleksowych, a specjalnie czworaków (fig. 3 a i b). Bliższe przyjrzenie się im pozwala

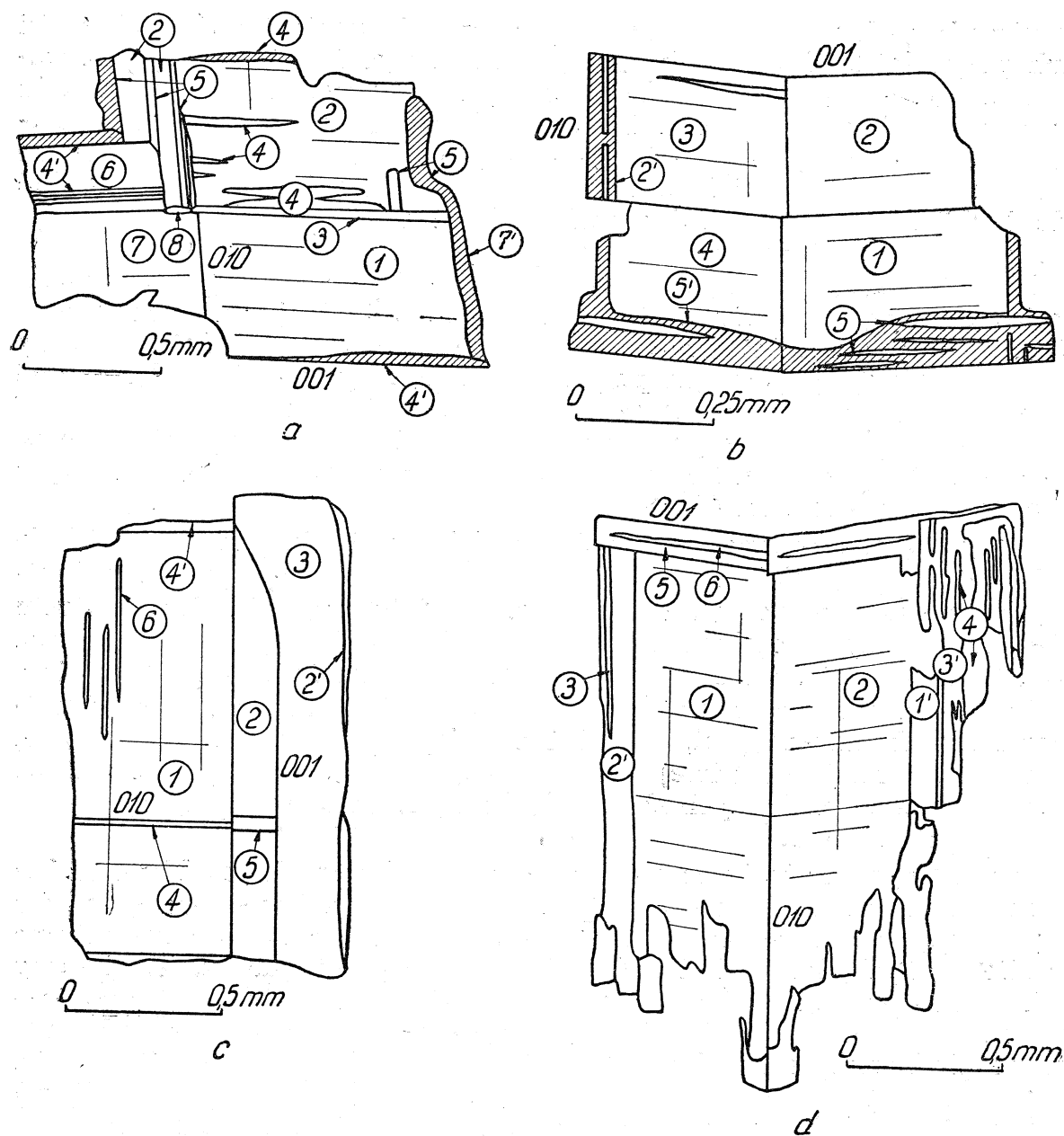


Fig. 3. Przekroje ziarn plagioklazu z diabazów uralitowych
Fig. 3. Cross-sections of plagioclase from uralite diabase

stwierdzić, że budowa ich jest mniej lub więcej skomplikowana przez dodatkowe zbliżnienia obok tych, których odzwierciedleniem są czworaki.

Kryształ blokowy przedstawiony na fig. 3a jest jednym z ziarn o najbardziej złożonej budowie bliźniaczej. Orientacja przekroju jest w nim korzystna, gdyż możliwe jest uzyskanie położenia krytycznego, mimo że oś *a* jest nachylona względem osi mikroskopu pod kątem około 30°. Pomiary kątów znikania w położeniu krytycznym metodą pasową Rittmanna oraz konstrukcje graficzne pozwoliły stwierdzić, że w prawej części ziarna będącej pełną triadą typu manebachskiego występują zbliż-

niaczenia według praw: (1) — (3) — esterelskiego (*Ala A*), (2) — (3) — manebachskiego i teoretycznie (1) — (2) — manebachsko-esterelskiego (*Ala A*). Oprócz tych jak gdyby zasadniczych zbliźniaczeń występują bliźniaki wielokrotne, jak: (2) — (4) — peryklinowe i (2) — (5) — albitowe. Lewa strona kryształu blokowego przedstawia niepełną triadę typu manebachskiego, złożoną z bliźniaka (6) — (7) typu manebachsko-esterelskiego ($\perp [100]/(001)$) z płaszczyzną zrostu (001). Subindywiduum (6) przecinają wąskie prążki peryklinowe. Subindywidua (7) i (8) znajdują się nawzajem w orientacji odpowiadającej esterelskiemu (*Ala A*) prawu bliźniaczemu. Cała dolna część ziarna, (1) i (7), jest natomiast albitowo-esterelskim zrostem bliźniaczym ($\perp [100]/(010)$). Kryształ blokowy plagioklazu, zawierający około 3% An, obrastają rąbki z czystego albitu lecz tylko w tych miejscach, do których swobodny był dostęp roztworów albityzujących. Orientacja optyczna części obwódek względem sąsiednich, bardziej wewnętrznych partii ziarna odpowiada zbliźniaczeniom albitowym lub peryklinowym (np. odpowiednio: (1) — (7') i (1) — (4')).

Podobnie, lecz bardziej ukośnie względem *a*, trafił przekrój inny czworak, przedstawiony na fig 3 b. Połówki w prawej i lewej części czworaka mają jako płaszczyznę zrostu dwuścian podstawowy i reprezentują sobą bliźniak esterelski (*Ala A*). Odpowiednio górne i dolne połówki mają za płaszczyznę zrostu dwuścian podłużny i można je hipotetycznie uważać za rezultat działania osi prostopadłej do [100] i równoległej do (010), jak we wszystkich bliźniakach albitowo-esterelskich. Obraz indykatrixy czworaka w rzucie stereograficznym, zamieszczony na fig. 4 a, wyraźnie odtwarza jego pseudorombową symetrię. Wtórne

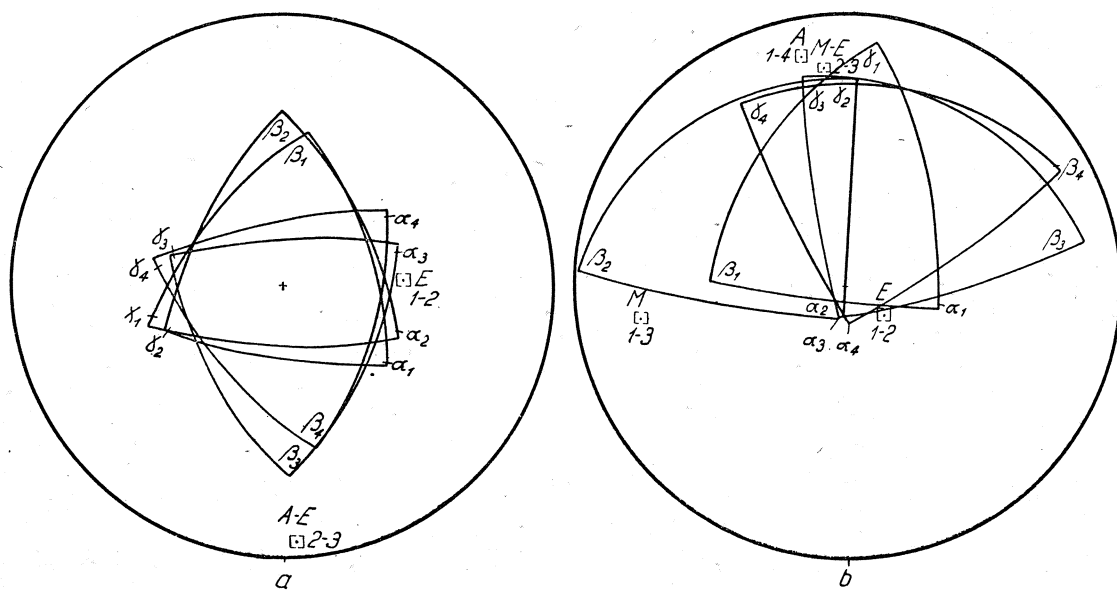


Fig. 4. Stereogramy indykatrix dla subindywiduów tworzących ziarna przedstawione na fig. 3b i c

Fig. 4. Stereograms of indicatrix of subindividuals forming crystals presented in fig. 3b and c

zbliżniaczenia odgraniczają się zupełnie wyraźnie w omawianym czworaku. Spośród tych, jakie chętnie występują w obwódkach, wymienić należy jedynie prążki albitowe i peryklinowe. Zawartość substancji anortytowej nie różni się od odpowiedniej w ziarnie na fig. 4 a. Równolegle z dorastaniem ziarna b (fig. 4) miała miejsce i resorpcja na styku z symplektytami typu przerostów granofirowych. Sądzić o tym można na podstawie postaci zatokowych obserwowanych w subindywiduach (4) i (2).

Jak daleko może być posunięta korozja ziarn plagioklazu przez przerosty granofirowe daje wyobrażenie fig. 3 d i tabl. I. Ziarno d jest bliźniakiem karlsbadzkim, (1) — (2), obrośniętym lamelkami należącymi niewątpliwie do wtórnych zbliźniaczeń. Przekrój bliźniaka, bliski położeniu krytycznemu, ułatwił ich oznaczenie. I tak, spotykamy się tu z bliźniakami: karlsbadzkimi, np. (1) — (2') i (1') — (2), albitowymi, jak (2') — (3), (3') — (4) i peryklinowymi np. (1) — (5) i (5) — (6). Bliźniak (1) — (3) jest tylko teoretycznie albitowo-karlsbadzkim zrostem bliźniaczym, gdyż te subindywidua nie stykają się bezpośrednio. Uderzające jest, jak już podano, zjawisko korozji w omawianym ziarnie. Równocześnie zastanawiające wydaje się selektywne korodowanie pewnych części ziarna, gdy natomiast u pozostałych ograniczeń odbywało się orientowane narastanie. Zawartość substancji anortytowej w rąbkach nie przekracza 1 — 2% wobec 3% w reszcie ziarna i przypuszczalnie czystego albitu w otaczających ziarno symplektytach granofirowych (tabl. I).

W diabazach uralitowych, bezkwarcowych, podobnych zjawisk resorpcji nie zauważono. Pokrój plagioklazów w tych odmianach diabazów jest mniej idiomorficzny, jakkolwiek posiadają one procentowo więcej ograniczeń euhedralnych aniżeli uralit. Wśród zbliźniaczeń szczególnie pospolite są zrosty albitowe i peryklinowe. Zdarzają się jednak i odmiany (np. próbka z 214,40 m), w których nie do rzadkości należą triady typu manebachskiego, jak przedstawiona na fig. 3 c i 4 b. W skład jej wchodzi kombinacje zrostów według praw: esterelskiego (1) — (2), manebachsko-esterelskiego (2) — (3) i manebachskiego (1) — (3). Należy podkreślić, że podobnie jak i w innych przykładach płaszczyzny zrostu bliźniaków manebachsko-esterelskich, w przeciwieństwie do tychże u esterelskich, mają wyraźniej charakter powierzchni wicynalnych. Pozostałe rodzaje zbliźniaczeń, jak albitowe (1) — (4) i (2) — (5) oraz peryklinowe (1) — (6), są najprawdopodobniej wtórnej natury, inwersyjnej i deuterycznej (4') (p. wnioski). Zawartość substancji anortytowej w ziarnie c waha się w granicach 5 — 6%.

Typy zbliźniaczeń w plagioklazach z diabazów augitowych. Odmiany zawierające nie zmieniony augit i plagioklaz są wśród diabazów mrzygłodzkich wielką rzadkością. Znaleziono je jedynie w wierceniu 9/C/55. Tamtejsze diabazy augitowe, podobnie jak i ich uralitowe odpowiedniki, zawierają z reguły kwarc, lecz tylko w drobnych ilościach. Struktura ich jest subofitowa, nierównoziarnista. Stanowią one niewątpliwie nieznacznie przeobrażone pierwotne wypełnienia dajek, zachowane już tylko w reliktach w stosunku do panujących odmian hydrotermalnie zmienionych. Tym bardziej ciekawe staje się poznanie rodzajów bliźniaków w nie przeobrażonych, średniozasadowych skaleniach diabazów augitowych.

Spośród dużej ilości przekrojów ziarn wybrano dwa w jednej z próbek z głębokości 364,50 m. Są one najbardziej typowe dla charakteru zbliźniaczeń i zarazem budowy pasowej labradorów (fig. 5 a i b). Pierwsze z ziarn, (fig. 5 a), jest tylko fragmentem dużego, spłaszczonego słupka

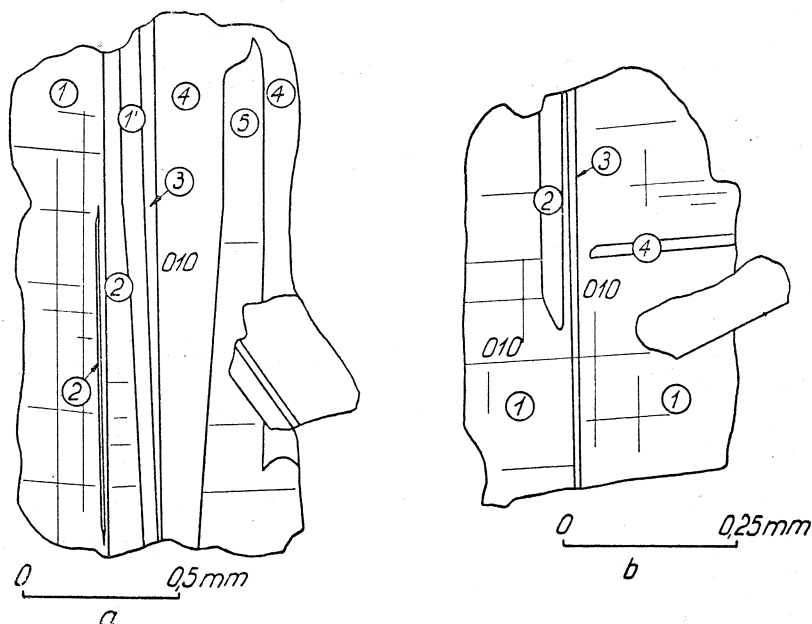


Fig. 5 Przekroje ziarn plagioklazu z diabazów augitowych
Fig. 5. Cross-sections of plagioclase from augite diabase

o całkowitej długości 5 mm. Przekrój trafił go, jak wynika z położenia osi bliźniaczych, ukośnie do a (fig. 6 a). Pokrój ziarna jest, jak zwykle w tych diabazach, anhedralny. Postacie spłaszczonych według (010), grubych słupków znamionują głównie większe ziarna plagioklazu. U drobniejszych kształt jest bardziej izometryczny. Sposób zbliźniaczenia skałeni należy uznać za dość prymitywny. Normalnymi przedstawicielami bliźniaków są triady typu albitowego, mniej lub więcej pełnie rozwinięte. W danym przypadku (fig. 5 a) jest ona dość kompletnie wykształcona. Na tle subindywiduum (1) widnieją prążki (2) o orientacji indykatorysy względem (1) odpowiadającej prawu albitowemu. Prążek (3) możemy z kolei zdefiniować jako albitowo-karlsbadzki (R o c T o u r n é), gdyż taki jest jego stosunek bliźniaczy wobec subindywiduów (1) i (1'). Powierzchnia zrostu (1') — (3) tego bliźniaka ma podobnie jak i u bliźniaka (4) — (5) wyraźnie wicynalny charakter w przeciwieństwie do ogólnie płaskich powierzchni rozgraniczających bliźniaki albitowe, np. (1) — (2) i (3) — (4). Bliźniaki karlsbadzkie (1) — (4) i (2) — (3) nie zra- stają się bezpośrednio. Substancja anortytowa w tym plagioklazu- zie zawarta jest w ilości nie przekraczającej 52%. Omówiony bliźniak złożony poza krzywoliniowym przebiegiem powierzchni szwu bliźniaczego wyróż- nia dość stały kąt 2° , jaki tworzą prążki albitowe (2) z płaszczyznami łupliwości (010).

Mniej kompletny rozwój triady typu albitowego daje się zaobserwować na przykładzie ziarna fig. 5 b. Przy zbliżonym do poprzedniego przypadku położeniu płaszczyzny przekroju sposób zbliźniaczenia jest tu nieco odmienny (fig. 5 b i 6 b). Na tle osobnika (1) widnieją stosunkowo

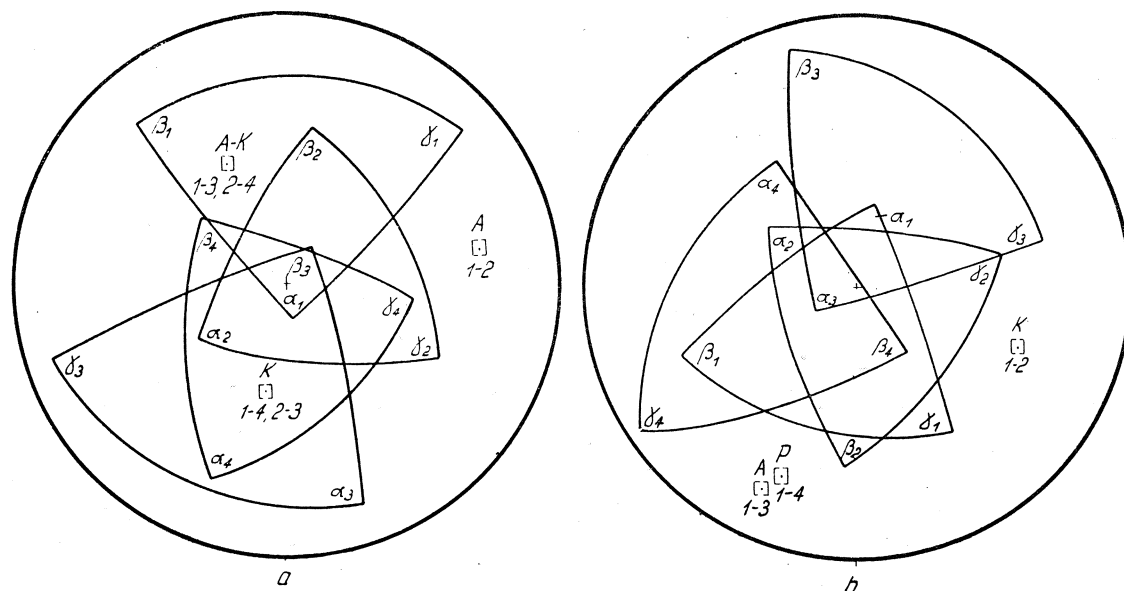


Fig. 6. Stereogramy indyktrys dla subindywiduów tworzących ziarna przedstawione na fig. 5a i b

Fig. 6. Stereograms of indicatrix of subindividuals forming crystals presented in fig. 5a and b

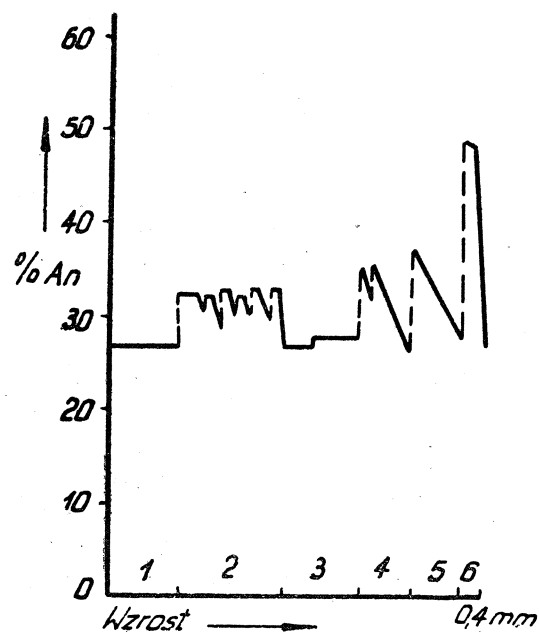
wąskie lamelki karlsbadzkie (1) — (2), albitowe (1) — (3) i peryklinowe (1) — (4). Zawartość substancji anortytowej sięga w tym bliźniaku kompleksowym 54%. Wobec braku produktów reakcji deuterycznych genetyczny związek między powstaniem wtórnych prążków bliźniaczych a inwersją struktury sieciowej (p. wnioski) jest bardzo prawdopodobny.

III. BUDOWA PASOWA PLAGIOKLAZÓW

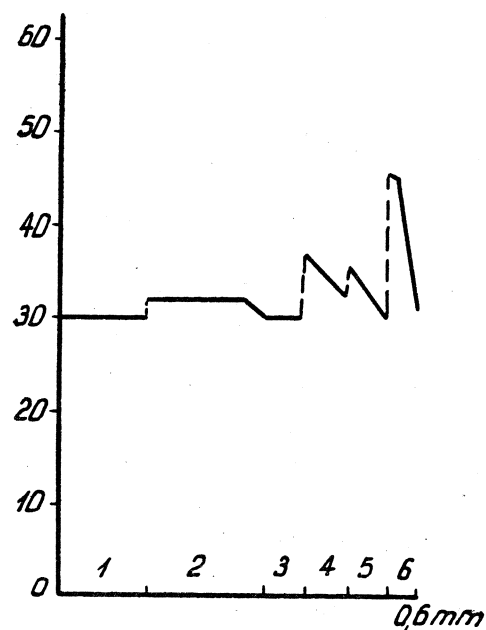
Najpełniej wykształconą budowę zonalną napotkano w plagioklazach porfirów dacytowych. O jej obecności w tych minerałach i skałach wspomniano już przy opisie typów zbliźniaczeń. Ponadto budowę pasową mają jedynie plagioklasy budujące diabazy augitowe.

Budowa pasowa plagioklazów z porfirów dacytowych. W toku obserwacji nad pasowością skaleni porfirów zauważono pewien związek między częstotliwością i zakresem rekurencji pasowej a położeniem względem kontaktu dajki. Stosownie do tego przytoczone zostaną dwa przykłady, w których uchwycone różnice były najwyższe.

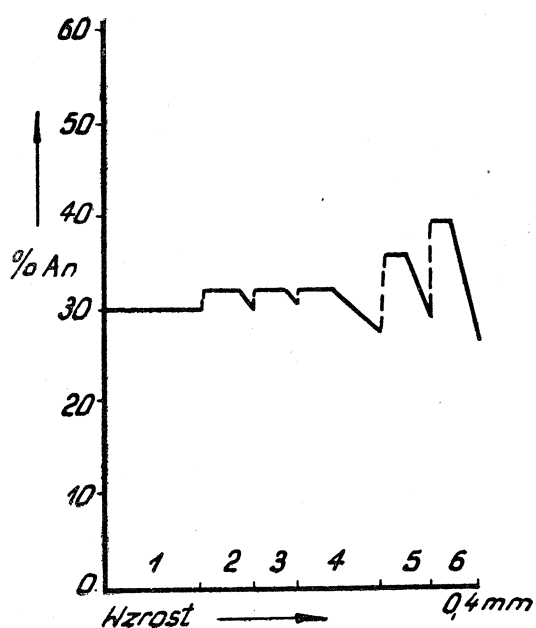
Dla pierwszego z nich obraz budowy pasowej plagioklazów — w próbce pobranej w odległości 15 cm od powierzchni kontaktu ze zro-



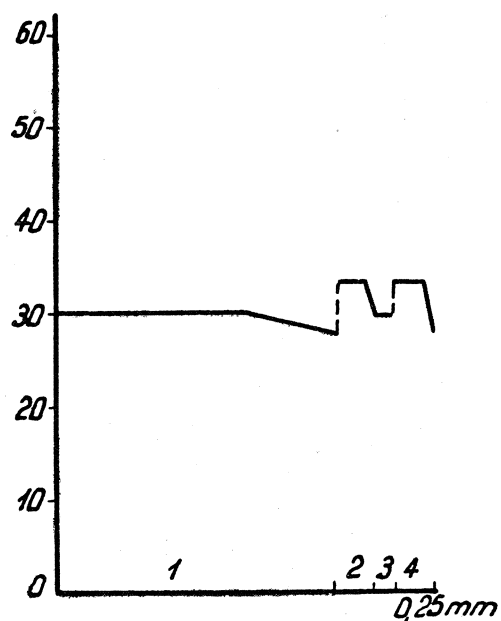
a



b



c



d

Fig. 7. Wykresy wahań zawartości substancji anortytowej od centrum ku obwodowi ziarn plagioklazu. Przykłady 7a i 7b dotyczą ziarn w próbkach porfiru dacytowego pobranych w odległości 15 cm od kontaktu z argilitami, zaś 7c i 7d w bezpośredniej jego bliskości

Fig. 7. Diagrams of anorthite content variation from centre to the perimeter of plagioclase. Fig. 7a and 7b refer to crystals from dacite-porphyr, collected at a distance of 15 cm from the contact with argillites; Fig. 7c and 7d refer to samples collected at the immediate contact

gowaconymi argilitami — ilustrują fig. 7 a i b. Nie różni się on od obrazu napotykanego i w próbkach z bardziej wewnętrznej części żyły porfiru dacytowego, grubej na około 65 cm. Nieciągłości w budowie plagioklazów (w tej samej próbce) mają jednakowoż dość różnorodny charakter. Uwidaczniają to fig. 7 a i b, wybrane jako krańcowo różne. I tak na przykładzie plagioklazu o maksymalnej średnicy 0,8 mm (7 a) stwierdzić można, że obok rekurencji w zakresie 10 i więcej procent anortytu istnieją w obrębie pasów drobniejsze oscylacje w zawartości substancji anortytowej. Tego rodzaju wahania mieszczą się normalnie w zakresie 2 — 4% An i przyporządkowane są przede wszystkim bardziej wewnętrznym pasom. Poza tą drugorzędną nieciągłością (niedostrzegalną w ziarnie 7 b) pośród zewnętrznych pasów daje się zauważyć mniej lub więcej raptowny spadek zawartości An; na obwodzie ziarna osiąga on wartość: $49 - 27 = 22\%$ An. Na tle tego dość skomplikowanego zróżnicowania składu chemicznego zaznacza się jednak pewna stała tendencja wzrostu zawartości substancji anortytowej równoległe z narastaniem kryształu. Wyjaśnienie pochodzenia tego i innych przedstawionych zjawisk będzie przedmiotem rozważań w następnym rozdziale.

Drugi przykład zaczerpnięty został spośród wielkiej liczby przekrojów plagioklazów pochodzących ze strefy przykontaktowej porfiru dacytowego. Przebieg różnicowania się składu chemicznego plagioklazu tym razem przejawia niezmienną zależność między wielkością ziarna a zakresem wahań zawartości substancji An. Odzwierciedla to należyte porównanie załączonych fig. 7 c i d. W jeszcze drobniejszych kryształach aniżeli ziarno 7 d budowa pasowa traci znacznie na wyrazistości i ostatecznie w mikrolitach w obrębie całej żyły porfiru staje się niedostrzegalna. Ta mniejsza liczba pasów w ziarnach i węższy zakres oscylacji parametrów An uzasadnia wprost krótki okres ich wzrostu. Stąd też nie można zaobserwować i stałego powiększania się maksymalnych wartości An (tzw. odwrotna pasowość) widocznego tylko w większych osobnikach (fig. 7 c).

Dokładniejsze porównanie wykresów zmian składu chemicznego plagioklazów obu próbek (fig. 7 a i b oraz 7 c i d) pozwala na wyszukanie ciekawego szczegółu. W próbce należącej do dalszego sąsiedztwa kontaktu (ziarna 7 a i b) uderza powtarzanie się nagłych wychyleń maksymalnych parametrów An, zwłaszcza u pasów zewnętrznych (4 — 6). Tłumaczyć to można etapową krystalizacją w toku odnawianych każdorazowo przemieszczeń ziarna w migrującej magmie. Wysokie wartości An dla początkowych warstw pasów mówią o dużych zmianach w chemizmie magmy pod koniec jej krystalizacji (p. końcowe wnioski). Zmiany te zredukowane są w strefie kontaktu (fig. 7 c, d) bardziej ograniczoną ruchliwością kryształów aniżeli podwyższoną lepkością magmy, tj. utrudnioną dyfuzją (p. odcinki ukośne). Wyższy procent An w jądrach ziarn b, c i d w stosunku do ziarna a można interpretować różnym w czasie stadium zapoczątkowania krystalizacji.

Budowa pasowa plagioklazów z diabazów augitowych. Jak wynika z wcześniej zamieszczonej wzmianki, nie zanotowano wśród plagioklazów diabazowych żadnych zjawisk rekurencji

pasowych. Tak więc wzrost i tym razem ubożenie kryształów w molekułę anortytową odbywało się w sposób ciągły, lecz niejednakowy, czego dowodem są oba załączone wykresy uznane za najbardziej przeciwstawne (fig. 8 a i b). Wobec listewkowego pokroju ziarn często silnie wydłu-

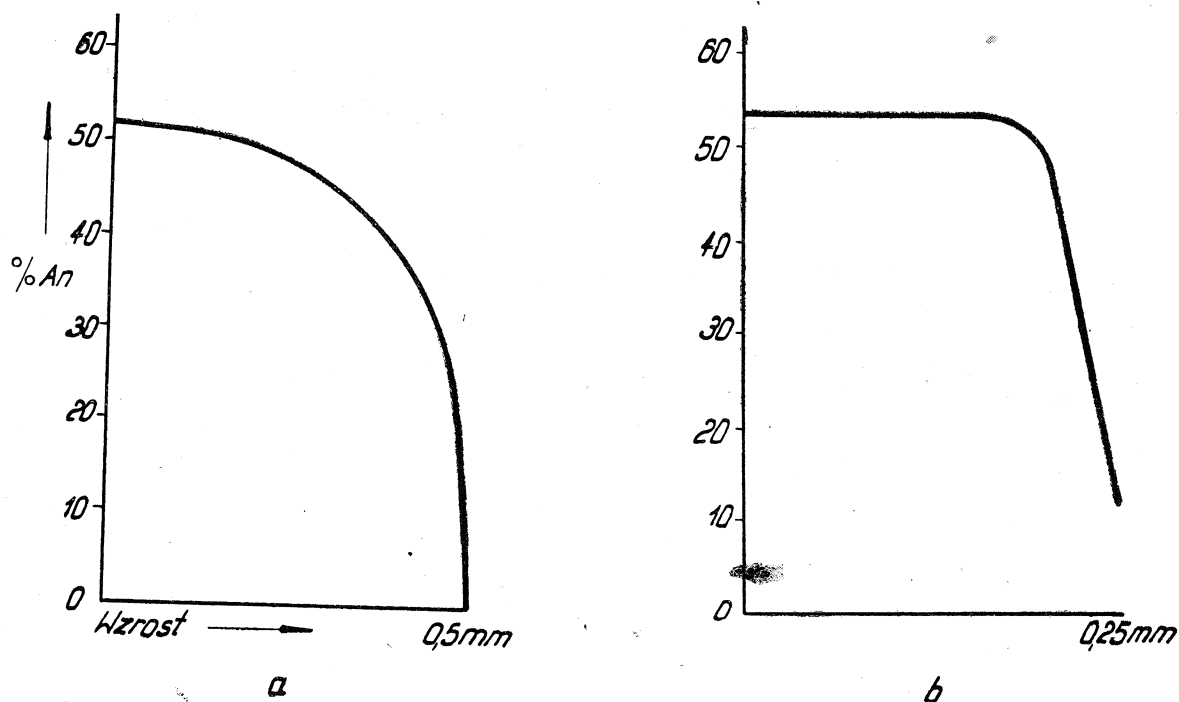


Fig. 8. Wykresy zmian zawartości substancji anortytowej w ziarnach plagioklazu z diabazów augitowych

Fig. 8. Diagrams of changes of anorthite content in plagioclase from augite diabase.

żonych pomiary przeprowadzono w kierunku minimalnej, a nie maksymalnej średnicy przekroju. Natomiast, podobnie jak dla skaleni z porfirów dacytowych, dobrane zostały tu tylko przekroje o orientacji zbliżonej do prostopadłości względem [100].

Rozpatrzmy szczegółowiej oba wykresy (fig. 8 a i b). Pierwszy z nich, 8 a, sporządzono dla ziarna o największych rozmiarach, gdy natomiast drugi, 8 b, obrazuje zmiany składu w drobnych izometrycznych osobnikach. Ostatnie są zapewne późniejsze, gdyż zapełniają wolne pola w tkaninie złożonej z dużych listewek. Większe rozmiary oraz pokrój listewkowy dużych osobników wywarły zapewne pewien wpływ na zasięg dyfuzji jonowej w ziarnie, zaszłej głównie w okresie deuterycznym działaniem roztworów albityzujących. Potwierdzeniem dla tego wniosku jest kształt krzywej spadku parametrów An (fig. 8 a). Wynika z niego jasno, iż tą wtórną dyfuzją objęty został obok partii peryferycznych także, chociaż nieznacznie i środek ziarn. Wykres dla ziarna 8 b i innych jak gdyby drugiej generacji plagioklazów znamionuje zwykle powolny spadek parametrów An od jądra ku obwodowi z wyjątkiem wtórnej, kwaśnej obwódki,

IV. WNIOSKI I PORÓWNANIA

Dawno wysunięta hipoteza postulująca zależność między występowaniem różnych rodzajów zbliźniaczeń a składem chemicznym plagioklazów była wielokrotnie zwalczana przez licznych autorów. Między innymi, W. Chapman (1936) wykazał na podstawie pomiarów statystycznych niezmienną rządzących praw bliźniaczych od stropu do spągu silnie chemicznie zróżnicowanego sillu. Gdyby więc skład chemiczny był czynnikiem kontrolującym, taka zgodność nie byłaby możliwa. Z drugiej jednak strony, wyłączwszy z rozważań jako nietypowe zbliźniaczenia wtórne, okaże się, że niektóre pierwotne prawa bliźniacze są w rzeczywistości przyporządkowane pewnym rodzajom plagioklazów, powstałych w określonych warunkach. I tak, np. I. Muir (1955) wywnioskował z obserwacji nad plagioklazami dolerytów tworzących sille istnienie ścisłego powiązania składu chemicznego z rodzajem pierwotnych zbliźniaczeń. Szczególnie podkreślony został przez tegoż badacza fakt występowania bliźniaków esterelskich (*Ala-A*) częściowo w postaci albitowo-esterelskich czworaków — w skaleniach o składzie $Ab_{60}An_{40}$. I. Muir twierdzi dalej, że tego rodzaju bliźniaki nie występują przy zawartości substancji anortytowej wyższej niż 50%. To uogólnienie należy jednak poddać rewizji, a dozwolony zakres zawartości An znacznie rozszerzyć. Sąd ten opieram na stwierdzeniu tworzenia się wymienionych czworaków u zasadowych labradorów (powyżej 55% An) należących niewątpliwie do produktów protokrystalizacji magm diabazowych poznanych z Gór Świętokrzyskich (np. Widelki).

Prawidłowości, jakie rządzą pojawieniem się tego czy innego rodzaju zbliźniaczenia pierwotnego, wydają się być jednak innej natury aniżeli tylko chemicznej. Spostrzeżenia dokonane na skałach Mrzygłodu pozwalają dopuszczać istnienia powiązania charakteru pierwotnej budowy bliźniaczej z warunkami termodynamicznymi panującymi w różnych częściach np. dajki. Pewną rolę mógł również odgrywać rodzaj mineralizatorów, ich koncentracja w magmie, podobnie jak wpływają mineralizatory na habitus kryształów, np. kalcytu. Takie twierdzenie znajduje swe uzasadnienie w wielokrotnie obserwowanym w Mrzygłodzi zjawisku występowania nienormalnych zbliźniaczeń, jak esterelskiego a zwłaszcza albitowo-esterelskiego i manebachsko-esterelskiego wyłącznie w pewnych strefach zajmujących stropowe lub co najwyżej środkowe części dajek. Partie te cechuje zwykle grube ziarno, bogactwo symplektytów, obwódki reakcyjnych i tekstura o pierwotnie miarolitycznym wykształceniu. Plagioklaz wyróżnia się, poza podanymi i karlsbadzkimi zbliźniaczeniami, wysoką własnopostaciowością i oryginalnym pokrojem polegającym na częstszym wydłużeniu według osi *a* aniżeli *c*. Należy więc przypuszczać, że na powstanie takich kryształów blokowych, jak przedstawione na fig. 3 a, b, c i d, duży wpływ wywarły swobodne warunki krystalizacji w obecności licznych mineralizatorów, mimo znacznych deformacji plastycznych itp. zjawisk protoklastycznych. Powstanie tych ostatnich należy przypisać tu wyłącznie ruchom magmy. W pozostałych częściach dajek diabazowych jedynym rodzajem pierwotnych

zblizniaczeń są zazwyczaj mniej lub więcej kompletne triady typu albitowego, panującym zaś pokrojem listewki wydłużone, z reguły według osi *c*.

Podobnego zróżnicowania zbliźniaczeń pierwotnych do tego, jakie ma miejsce w diabazach, nie zauważono w obrębie mrzygłodzkich porfirów dacytowych. Być może, istniało ono również i w niektórych grubych dajkach albitofirów, znaczny jednak stopień przeobrażeń hydrotermalnych uniemożliwia wszelkie studia nad budową bliźniaczą plagioklazów.

Geneza wtórnych zbliźniaczeń mających, jak wiadomo, z reguły orientację bliźniaków albitowych lub peryklinowych oraz postać prążków wydaje się łatwiejsza do wyjaśnienia. Prace eksperymentalne I. Muira (1955), O. Tuttle'a, N. Bowena (1950) i innych dowiodły słuszności wniosków wcześniej wysuniętych przez E. Baiera (1930). Zdaniem ostatniego autora stopień dyspersji (zbliźniaczenia) skaleni zależy od szybkości spadku temperatury podczas krystalizacji. Im spadek ten jest szybszy, tym drobniejsze będą pola, np. pola trójskośne w mikroklinach (p. także F. Laves, 1950). Ta sama zależność wydaje się rządzić i powstaniem zbliźniaczeń albitowych i peryklinowych w wyniku inwersji z wysoko- w niskotemperaturową odmianę plagioklazu. Nadto należy zaznaczyć, że tego rodzaju tendencja do tworzenia się bliźniaków złożonych bardziej wyraźnie przejawia się w kwaśnych ogniwach plagioklazu. W nich to stwierdzone rentgenograficznie różnice między formami nisko- i wysokotemperaturowymi są znacznie wyższe niż w bardziej zasadowych plagioklazach. Badający specjalnie pośrednie ogniwa szeregu albit-anortyt I. Muir (1955) również podkreśla wpływ szybkości ochłodzenia na rozwój wtórnej budowy bliźniaczej. Powstanie tej budowy łączy on z naprężeniami wynikłymi z inwersji ze stanu wysokotemperaturowego w stan niskotemperaturowy. Ważne jest ponadto stwierdzenie przez tegoż badacza przejściowego charakteru optycznego (między niskotemperaturową i wysokotemperaturową modyfikacją) w zbadanych plagioklazach z diabazów lub dolerytów intruzyjnych. Dalej przypuszcza on, że inwersja jest bardziej zaawansowana w tych częściach kryształu, w których liczniejsze są wtórne prążki, jak również, iż wtórne zbliźniaczenie rodzi się w wyjściowym, wysokotemperaturowym plagioklacie i niezależnie od inwersji rozwija się w czasie powolnego stygnięcia. Zakres inwersji wydaje się każdorazowo uwarunkowany temperaturą, przy której wzrastał dany kryształ, mającą zasadniczy wpływ na uporządkowanie jonów w strukturze sieciowej plagioklazu.

Spostrzeżenia poczynione na materiale dostarczonym przez wiercenia w Mrzygłodzie zdają się tylko w części potwierdzać rezultaty badań I. Muira. Subwulkaniczny poziom intruzji diabazów i porfirów dacytowych dedukowany z warunków geologicznych ich występowania, cech strukturalnych skał i sposobów ich przeobrażeń (propilityzacja) znajduje swe odzwierciedlenie również i w cechach fizycznych plagioklazu. Bieguny płaszczyzn łupliwości (010) i (001) oraz płaszczyzn zrostu (001) w skaleniach mrzygłodzkich układają się mianowicie w pobliżu odpowiednich krzywych migracyjnych dla odmian wysokotemperaturowych (fig. 9); pomiarów dla biegunów płaszczyzn zrostu (010) nie wykonano

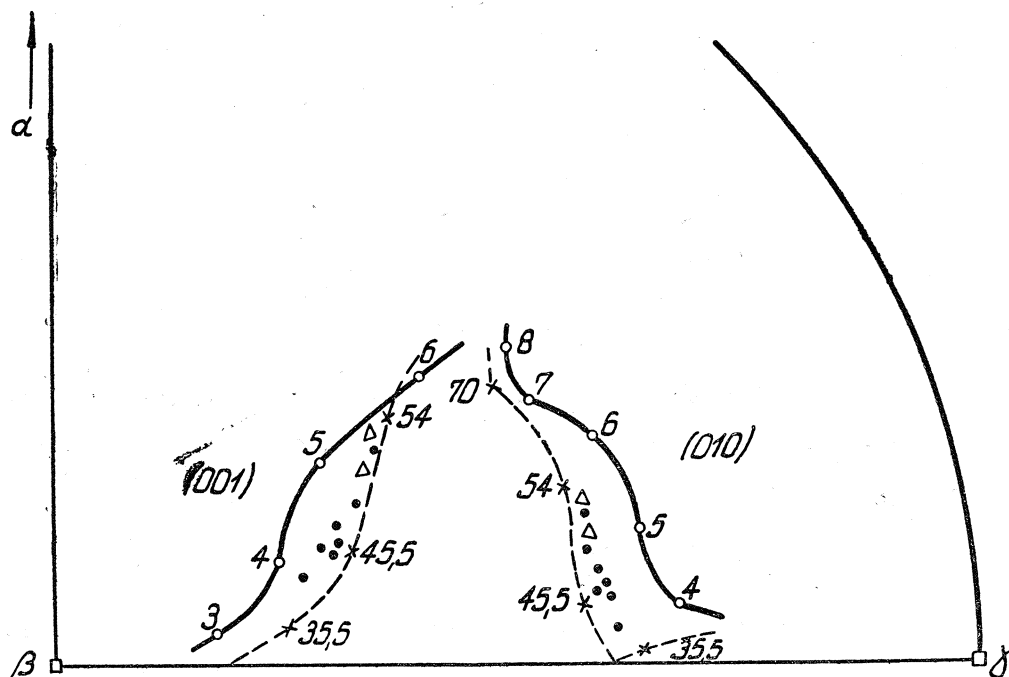


Fig. 9. Położenie biegunów (001) i (010) w plagioklazach porfirów dacytowych (punkty) i diabazów (trójkąty) mrzygłodzkich względem odpowiednich krzywych migracyjnych dla niskotemperaturowych (linie ciągłe) i wysokotemperaturowych (linie przerywane) odmian

Fig. 9. Position of poles (001) and (010) in plagioclase crystals from dacite-porphyr (dots) and diabase from Mrzygłód (triangles) in relation to migration curves for low-temperature (continuous lines) and high-temperature varieties (broken lines)

ze względu na ich często wicynalny charakter. Na stereogramie jasno uwidacznia się zarazem pośrednie stanowisko we własnościach optycznych w stosunku do obu modyfikacji temperaturowych plagioklazu.

Porównując zamieszczone w tekście rysunki przekrojów ziarn skałeni zauważamy bardzo regularną obecność wtórnych zbliźniaczeń, rozmieszczonych jednak w sposób bardzo chaotyczny. W niektórych bowiem ziarnach prążki albitowe lub peryklinowe gromadzą się w ich wnętrzu (fig. 1c, d) i odpowiadają „inwersyjnym”, w innych są natomiast przyporządkowane wyłącznie obwódkom albitowym (fig. 3b i d). Albit tworzący obwódki ma nieco odmienny skład (0 — 2% An) względem albitu, który zastąpił pozostałą główną część ziarna (3 — 6% An). Ścisłe współwystępowanie obwódek albitowych i symplektytów kwarcowo-albitowych przemawia za późnym, deuterycznym okresem krystalizacji albitu tworzącego obwódki. Stanowi on zatem rezultat reakcji wymiennych i częściowo dorastania składników (fig. 3d i tabl. I) skały diabazowej za pośrednictwem pomagmowych roztworów hydrotermalnych. Tak więc zbliźniaczenia, jakie znajdują się w obwódkach albitowych, nie mogą być uznane ani za wtórne w przyjętym dotąd znaczeniu, tj. inwersyjne, ani tym bardziej za pierwotne, jako że często wyraźnie otacza je synantetyczny produkt albityzacji. Najodpowiedniejszą dla nich nazwą wydaje się określenie deuteryczne, głównie z uwagi na okres ich

powstania. Stanowisko względem pozostałych zbliźniaczeń i charakteru krystalizacji najlepiej przedstawi następujące zestawienie:

Rodzaj zbliźniaczenia	Rodzaj krystalizacji
pierwotne	protokrystalizacja
wtórne $\left\{ \begin{array}{l} \text{„inwersyjne”} \\ \text{deuteryczne} \end{array} \right.$	rekrystalizacja (przebudowa sieci strukturalnej)
	neokrystalizacja

Zagadnienie powstania budowy pasowej było przedmiotem zainteresowania wielu badaczy. Z opisów petrograficznych różnych skał magmowych można wnosić o ich genetycznym powiązaniu ze zjawiskami magmowymi, odbywającymi się w płytkich strefach skorupy ziemskiej lub na jej powierzchni. W takich warunkach przyspieszonego ostygnięcia magmy lepkość jej wzrasta bardzo gwałtownie, utrudniając lub nawet uniemożliwiając dyfuzję jonów pomiędzy warstwami wzrostu kryształów a otaczającą fazą ciekło-szklistą. Na przykładzie kryształów mieszanin, jakimi są skalenie sodowo-wapienne, zaznacza się to szczególnie przejrzystości.

Ziarna plagioklazu w miejscu stałej zawartości molekuly anortytowej (przy w pełni działającej dyfuzji) wykazują postępujący stosownie do przebiegu krzywej kotektycznej ciągły spadek ilości jonów Ca od środka ku peryferiom. Spadek ten może być mniej lub więcej raptowny w zależności od tempa krystalizacji. Oczywiście należy tu wykluczyć wpływ jaki może mieć ewentualna substytucja NaSi-CaAl w czasie działalności pomagmowych roztworów albityzujących (por. str. 39 i fig. 8a i b).

Podobny, nieprzerwany wzrost kryształów, jaki notujemy w plagioklazach mrzygłodzkich diabazów augitowych, jest zjawiskiem specyficznym, zależnym od lokalnych warunków krystalizacji. Przerwy w narastaniu kryształów lub ich resorpcja zdarzają się znacznie częściej. Komplikuja one w znacznym stopniu obraz budowy chemicznej plagioklazów przez pojawienie się rekurencji makropasowych i mikropasowych. Powstałe tą drogą wahania w zawartości molekuly anortytowej, wyrażone na wykresach różnicą położenia maksymalnych i minimalnych wartości parametrów An dla sąsiadujących pasów, powinny się jednakowoż mieścić w granicach ujętych krzywymi likwidus-solidus. Przy większym zakresie oscylacji przyczyn należy szukać w poważniejszych zmianach składu chemicznego otaczającej magmy. Zmiany te mają swe źródło bądź w synchronicznej krystalizacji innych minerałów pobierających wapń (A. G a w e ł 1936; E. W e n k 1945), bądź w migracji kryształów w zbiorniku magmowym za sprawą prądów konwekcyjnych (F. H o m m a 1932) lub w mieszaniu się dwóch różnych magm (A. R i t t m a n n, fide F. H o m m a 1932). Jak już zaznaczono w części opisowej, rekurencje pasowe są powszechne i typowe dla plagioklazów porfirów dacytowych Mrzygłodu. W tamtejszych diabazach brak ich jest zupełny.

Zmiana cech fizycznych magmy, a przede wszystkim miarowe powiększenie się jej lepkości, związane podwyższeniem się ciśnienia wewnętrzznego, obniżką temperatury lub odgazowaniem, znajduje często swe odbicie w budowie pasowej plagioklazu. Zarówno na załączonych diagramach (fig. 7a, b, c, d), jak i większości już opublikowanych (G. P a-

liuc 1932; F. Homma 1932 i innych) daje się to zauważyć zastępowaniem odcinków poziomych (łatwa dyfuzja) przez ukośne w pasach brzeżnych (utrudniona dyfuzja). Nagłe podwyższenie temperatury magmy normalnie przejawia się obecnością we wnętrzu ziarna nieregularnej powierzchni korozyjnej. Po niej zazwyczaj zjawia się pas obfitujący we wrostki szkliwa i świadczący o przyspieszonym tempie narastania kryształów (por. fig. 3g w pracy G. Paliuca 1932). Oba te zjawiska nie były obserwowane u skaleni sodowo-wapiennych porfirów dacytowych z Mrzygłodu. Znamionną cechą dla tych ostatnich jest natomiast pojawienie się rzadko spotykanej w skałach magmowych, tzw. odwrotnej pasowości (ang. *reverse zoning*). Ten tak częsty w skałach metamorficznych rodzaj budowy pasowej polega na zwiększaniu się zasadowości skaleni sodowo-wapiennych ku peryferiom ziarn. Wytłumaczenia powstania tego zjawiska szukać należy w resorpcji i przeobrażeniach towarzyszących minerałów zasobnych w wapń. Resorpcja hornblendy zwyczajnej w porfirach dacytowych i być może jej biotytyzacja, której ślady są niekiedy widoczne, stanowią przypuszczalnie źródło dodatkowych ilości wapnia wchodzącego do struktury sieciowej plagioklazów w końcowych etapach ich krystalizacji. Nie wykluczone jest również oddziaływanie procesu hybrydyzacji magm porfirowej i diabazowej często ściśle współwystępujących ze sobą w Mrzygłodzie.

Karpacka Stacja I. G.

WYKAZ LITERATURY

REFERENCES

1. Baier, E. (1930), Lamellenbau und Entmischungsstruktur der Feldspäte. — *Zeitschr. f. Krist.* 73, Leipzig.
2. Chapman, W.M. (1936), A study of feldspar twinning in a differentiated sill. *Amer. Miner.* 21, no 1, Menasha.
3. Emmons, R.C., Gates, R.M. (1939), New method for the determination of feldspar twins. — *Amer. Miner.* 24, no 9, Menasha.
4. Emmons, R.C. (1943), The universal stage. *Geol. Soc. of Amer. Mem.* 3, Washington.
5. Gawęł, A., Książkiewicz, M. (1936), Porfiryty z Karpat zachodnich. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* 12, Kraków.
6. Homma, F. (1932), Über das Ergebnis von Messungen an zonaren Plagioklasen aus Andesiten mit Hilfe Universaldrehtisches. *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 12, no 2, Zürich.
7. Kołaczowska, M. (1928), Badania mikroskopowe skaleni występujących w andezytach z Wzaru pod Czorsztynem z uwzględnieniem nowych metod badania. *Arch. Min.* 2, Warszawa.
8. Laves, F. (1950), The lattice and twinning of microcline and other potash feldspars. *Journ. Geol.* 58, Chicago.

9. Mănolescu, G. (1934), Über die Lage der morphologischen Bezugsrichtungen bei Plagioklasen und ihre Verwendbarkeit zur Bestimmung des Anorthitgehaltes. *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 14, no 2, Zürich.
10. Muir, D. (1955), Transitional optics of some andesines and labradorites. *Min. Mag.* 30, no 228, London.
11. Paliuc, G. (1932), Untersuchungen der Plagioklase einiger tertiärer Ergussgesteine Siebenbürgens (Rumänien) mittelst der Universal-drehtischmethode. *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 12, no 2, Zürich.
12. Rittmann, A., (1929), Die Zonenmethode. Ein Beitrag zur Methodik der Plagioklasbestimmung mit Hilfe des Theodolithtisches. *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 9, no 1, Zürich.
13. Sobolew, W.S. (1954), Fiodorowskij mietod. *Gosgeoltekhizdat*, Moskwa.
14. Tuttle, O.E., Bowen, N.L. (1950), High-temperature albite and contiguous feldspars. *Journ. Geol.* 58, Chicago.
15. Wenk, E. (1945), Die Koexistenzbeziehungen zwischen Hornblende, Biotit und Feldspäten und die Bedeutung der oszillierenden Zonarstruktur. *Schweiz. Min. u. Petr. Mitt.* 25, no 1, Zürich.
16. Wieser, T. (1957), Charakterystyka petrograficzna albitofirów, porfirów i diabazów występujących w Mrzygłodzie (obszar Zawiercia). *Kwartalnik Geol.* 1, Warszawa.
17. Zawarickij, A.N. (1943), Dalniejszyj szag w primienienii uniwersalnogo stolika. *Zap. Wseros. Min. Ob-wa*, 72, no 2, Moskwa.

SUMMARY

Abstract. During microscopical examinations of dyke magma rocks from Mrzygłód near Zawiercie many interesting examples of twinnings and zoning of plagioclases of dacite porphyries and diabases have been found. The aim of this paper is to solve the genesis of zoning and twinnings in rocks of such kind; among others, besides primary and secondary (inversional) twins, the presence of twins developed in the deuteritic period of crystallization has been observed.

Petrographical examination of boring cores of newly found dyke rocks at Mrzygłód near Zawiercie (northern part of Upper Silesia, see T. Wieser 1957), has shown the presence of several interesting kinds of twinnings and zoning of plagioclases. Although unaltered soda-lime feldspars are rare among dacite porphyries and diabases from Mrzygłód, they, even completely albitized, have provided a great number of examples of rare and complicated twins. In albite-porphyries forming also simple and composite steeply dipping dykes the tracing of twin structure has been very difficult or even impossible.

In order to determine the twin laws and chemical composition of plagioclases a five-axis universal stage has been used; modified graphical constructions of Fedorov as well as modern methods of A. Rittmann (1929) and R. Emmons (1943) have been employed.

Examples of twin crystals presented in this paper have been chosen from a great number of sections as the most typical ones (fig. 1, 3, 5).

As it is evident here are mainly represented the combined and complex twins besides less numerous polysynthetic and rare simple ones. The shape of grains is almost euhedral, thick-tabular according to (010), more rarely (001) in plagioclases of dacitic porphyries (fig. 1); subhedral, elongated according to *a* and flattened according more often to (001) than (010) in some uralite diabases (fig. 3); anhedral, flattened according to (010) or almost isometric in augite diabases (fig. 5).

Representatives of complex twins among the plagioclases of dacite porphyries are grains fig. 1a, c, d, e and of combined ones only the grain fig. 1f. Taking under consideration, however, the probably secondary origin of albite and pericline twins (connected with the inversion of the high-temperature form into the low-temperature one) the sole example of original complex twins should be the block-crystal fig. 1a and 2a, which twinned according to Manebach law (subindividuals (1) — (2)) and albite-Esterel one (subindividuals (1) — (5)) is simultaneously an example of a common type of zoning development (fig. 7a). The combined twin presented in fig. 1f and 2b is the most commonly encountered example of the albite-type „triada“.

For plagioclases of uralite diabases, in particular for quartz varieties from near the top to the centre of thick dykes, full or not full triadas of other kind are very specific, forming often fairly regular quadriplets. Thus for example the right part of the grain (fig. 3a) represents a full triada consisting of subindividuals of optical orientation corresponding to Esterel twinning (*Aia A*) — (1) — (3), Manebach one (2) — (3), and theoretically to Manebach-Esterel one (1) — (2) (cf. also the grain c and the stereogram for its indicatrix, (fig. 4b). The left part of the grain *a* represents on the other hand a not full triada, consisting only of a twin of Manebach-Esterel type (6) — (7), not counting secondary pericline lamellae. The different relative situation corresponding to Esterel twinning present subindividuals (3) and (4), and (1) and (2) in the grain fig. 3b. The latter is consisting then of double Esterel and albite-Esterel twins (1) — (4) and (2) — (3) (see stereogram, fig. 4a). Common in uralite quartz diabases are also Carlsbad twins (1) — (2), fig. 3d and plate I, simple after protocrystallization and complex after formation of secondary twin lamellae. The latter form rings twinned in polysynthetic, albite or pericline way.

Types of twinings observed in augite diabase, or in augite-quartz ones differ considerably, similarly as shapes of grains, from that encountered in altered uralite varieties. The cause of this is not a different petrochemical position but the spacial situation within a dyke having a deciding influence upon protocrystallization conditions and the degree of subsequent hydrothermal alterations. Generally the mood of twinning in soda-lime feldspars of augite diabases should be regarded as a rather primitive one. Normal representatives of twins are triadas of albite type, more or less fully developed. They are usually composed of subindividuals which can be in this case (fig. 5a and 6a) defined as albite ones (1) — (2), albite-Carlsbad ones (Roc Tourné) (1) — (3) and (2) — (4) and Carlsbad ones (1) — (4) and (2) — (3). The grain represented in fig. 5b is as a matter of fact a monocrystal in

which the secondary („inversional“) Carlsbad, albite and pericline lamellae (see fig. 6b) are of second-rate importance. The linear shape of the trace of cutting of composition plane of lamellae should be stressed in contrary to the often vicinal character of these surfaces in primary twins of other individuals.

The conception postulating the connection between the kind of twinning and the chemical composition of plagioclases put forward long ago and many times opposed finds always new followers. So for example I. Muir (1955) connects the fact of finding Esterel twins (*Ala-A*), partly as albite-Esterel quadriplets in feldspars of composition $Ab_{60}An_{40}$ with chemical character of dolerite or diabase magma and gives in addition the maximal limit of An contents at 50 per cent. This generalization, however, should be revised and the proposed range of An contents widely extended. This statement is based on finding the formation of mentioned quadriplets by basic labradorites (with 55 per cent An), undoubtedly products of protocrystallization of one of diabase magma from the Holy Cross Mountains (Widelki). Observations made on rocks from Mrzygłód allow to assume that there is a connection between the character of the original twin structure, in the first case, with thermodynamic conditions prevailing in various parts of dyke or sill. Some role might have been played also by the kind of mineralisators and their concentration in the magma, similarly to their known influence upon the morphology of various crystals. Esterel twinings, and especially the albite-Esterel and Manebach-Esterel ones accumulate at Mrzygłód solely in some zones occupying the top or at most the central parts of dykes. These parts are distinguished by thick grain, protoclasis phenomena, abundance of simplectites, reaction rims and by apomiarolitic texture. The high idiomorphism and specific shape: prisms often flattened according to (001) and elongated parallel to a , are characteristic also for the habit of plagioclase crystals.

A relatively slight development of secondary twinings connected with the rearrangement of space lattice (inversion) can be explained not only by originally medium basic chemical character of plagioclases (the highest in acid units) but also by subvolcanic level of magma intrusions. The rate of cooling of magma was here considerable, which as it is known does not help the formation of secondary lamellae. An intermediate position in physical features against the high- and low-temperature modification is shown in fig. 9. Poles of cleavage planes (001) and (010) and composition planes (001) are situated between, and at the same time near migration curves for high-temperature varieties. Measurements of poles of twinning planes (010) have not been made on account of their rather regularly vicinal character.

However, not all secondary twinings should be connected with the alternation of space lattice. In some more altered rocks, such as uralite diabases, the secondary twinings of plagioclases occur solely in their marginal parts or distinctly bordered rims (fig. 3d). Albite forming rims is of somewhat different composition (0 — 2 per cent An) than the albite from inside the plagioclase grains (3 — 6 per cent An). Strict co-appearance of albite rims and quartz-albite simplectites (tabl. I) furni-

shes a further proof for a late deuteritic period of crystallization; that is after neocrystallization of albite making rims. This albite is the result of reactions taking place in diabase rock under the influence of post-magmatic, albitizing hydrothermal solutions. Polysynthetic twinings encountered in it belong exclusively to pericline and albite ones. The author has defined them as deuteritic according to the time of their formation. The position against remaining genetic types of twinings is presented below:

The kind of twinning	The kind of crystallization
primary	protocrystallization
„inversional”	recrystallization (rebuilding
/	of space lattice)
secondary	
/	
deuteritic	neocrystallization

The most fully developed zonal structure has been observed in plagioclases of dacite porphyries. In view of finding a relation between frequency and diapason of zonic recurrence and the situation against dyke contact two examples are given below. For the first of them the picture of zonic structure of plagioclases in sample taken at the distance of 15 cm from the surface of contact is illustrated by fig. 7a and b. It does not differ from that observed in samples from more inner parts of porphyry vein, about 60 cm thick. As it is evident from both plots 7a and 7b, chosen as diametrically different, discontinuities in the structure of feldspars are sometimes, in the same sample, differently developed. Thus, for the example of plagioclase of maximal radius of 0,4 mm, can be found that besides recurrence within 10 and more per cent An, there are, within more inner zones, additional finer oscillations, not greater than 4 per cent. These so called microzonic recurrences lie then totally within limits defined by cotectic curves „liquidus-solidus”. At the greater diapason of oscillations (macrozonic recurrence) the cause should be searched for either in synchronic crystallization (or resorption) of other minerals containing lime (E. W e n k 1945) or in migration of crystals in magma basin, caused for example by convection currents (F. H o m m a 1932), or by mixing of two different magmas (A. R i t t m a n n, fide F. H o m m a 1932). In plagioclases from Mrzygłód, in place of gradual decrease of an anorthite molecule according to the course of cotectic curve, there can be observed a reverse phenomenon of enrichment in An of growing grains. Zoning of this kind, called a reverse one, seems to be best explained by the resorption of hornblende grains visible in dacite porphyries, and possibly by its sometimes visible biotitization. The action of the hybridization process of porphyry and diabase magmas, strictly co-appearing at Mrzygłód is also possible.

The second example has been taken from a great number of sections from the near-contact area of porphyry. The course of differentiation of chemical composition of plagioclase in this case shows an unalternating relation between the size of grain and the diapason of fluctuations of An substance contents. This is well illustrated by comparison of fig. 7c and d. In grains still finer than 7c the zonic structure becomes

less distinct and finally it becomes not visible in microliths. The smaller number of zones in grains and the narrower diapason of oscillation of An parametres is directly explained by the short period of their growth.

The closer comparison of plots of composition changes of feldspars in both samples (fig. 7a and b, and 7c and d) allows to find an interesting detail. In the samples collected farther away from the contact (plots 7a and 7b) there is a striking repetition of sudden maximal fluctuations of An parametres, especially in external zones (4—6). This can be interpreted by the stage crystallization during renewed each time translocations of grain in migrating magma. Within the contact area (fig. 7c and d) the fluctuations are strongly reduced by probably more restricted mobility of crystals than by increased viscosity of magma, i. e. by the suppressed diffusion (to which point out as a rule the oblique sections in plots). A higher amount of An in cores of grains b, c and d in relation to grain a can be explained by the initial stage of crystallization differing in time.

In plagioclases from augite diabases no phenomena of zonic recurrence have been observed. Thus this time also the losing of anorthite molecule by plagioclase crystals took place parallel to unbroken crystallization in more or less continuous way; this is proved by both plots included and accepted as most differing between each other (fig. 8a and b). The first of plots has been made for rod-shaped grains of maximal dimensions, the other for fine grains of almost isometric shape forming a kind of matrix. The size and shape of grains had affected probably the range of ionic diffusion, which this time took place during the deuteric period by the action of albitizing solutions. The confirmation of this assumption is furnished by the shape of the curve of decreasing values of An parametres (fig. 8a). From this it follows clearly that the centre of grain was also affected, although slightly, besides the peripheral parts by this secondary diffusion.

Geological Survey of Poland

OBJAŚNIENIE TABLICY I

Explanation of plate I

W środku wycinka płytki cienkiej z diabazu uralitowo-kwarcowego jest widoczny duży bliźniak karlsbadzki należący do plagioklazu (albitu). Otaczają go lamelki przynależne do wtórnych zbliźniaczeń oraz symplektyty kwarcowo-albitowe z miejscowymi zjawiskami resorpcji. Nikole skrzyżowane. Pow. 35.

Quartz uralite diabase. In the centre a large Carlsbad twin of plagioclase surrounded by lamellae of secondary twinning and quartz-albite simplectites showing local resorption. Crossed nicols 35 X.

