

ANTONI GAWEL

Jaspisy z diabazu Niedźwiedziej Góry koło Krzeszowic

TREŚĆ: Wstęp — Kontakty krakowskich skał wulkanicznych — Opis makroskopowy porwaków z diabazu Niedźwiedziej Góry — Obserwacje mikroskopowe: 1. diabaz hyperstenowy niezmienny; 2. diabaz z kontaktu ze skałą ilastą; 3. jaspisy: a) odmiana jasna, b) odmiana ciemna; 4. diabaz kontaktowy; 5. obwódka skalenkowa między jaspisem a diabazem; 6. buchity — Charakterystyka chemiczna jaspisów: analizy chemiczne — Skład mineralny skał — Zagadnienie ruchliwości składników chemicznych w skałach podczas ich przeobrażeń pirogenicznych —
Literatura cytowana

WSTĘP

Dla uzyskania całokształtu znajomości nielicznych skał wulkanicznych na ziemiach środkowej i południowej Polski należy uwzględnić w badaniach także spostrzeżenia nad przeobrażeniami pirogenicznymi, wywołanymi w skałach otaczających przez działanie płynnej lawy, jako też i nad zmianami, jakie zachodzą przy jej zestalaniu się pod wpływem raptownego zetknięcia się z innymi skałami. Zagadnieniem tym zajmował się już w r. 1890 J. Morozewicz (15) badając skutki zetknięcia się magmy cieszynitowej z marglami kredowymi w odkrywce kamieniołomu w Boguszowicach pod Cieszynem na Śląsku. Stwierdziwszy zmiany w wyglądzie zewnętrznym tych margli i znaczne, zależnie od odległości od miejsca kontaktu, różnice w ich składzie chemicznym, autor ten nie znalazł jednak żadnych nowych minerałów kontaktowych. Brak minerałów kontaktowych, podkreślany również i w późniejszych opisach petrograficznych skał cieszynitowych (K. Smulikowski, 18), przemawiał za niską temperaturą intrudującej magmy.

Zjawiska pirogenicznych zmian kontaktowych na większą skalę były natomiast znane na terenie występowania andezytów pienińskich (Zejszner, Uhlig). Notowano wśród nich zarówno przeobrażenia w skałach fliszu karpackiego, jak i zmiany w wykształceniu andezytów, spowodowane resorbcją skał osadowych, głównie wapiennych. Szczególniejszą uwagę zwróciły na siebie zwłaszcza zjawiska pirogenicznych przeobra-

zeń w porwakach bardzo obficie występujących w andezytach góry Wżar (St. Małkowski, 12, 13 oraz artykuł dra I. Kardymowiczowej w niniejszym zeszycie).

KONTAKTY KRAKOWSKICH SKAŁ WULKANICZNYCH

Na obszarze występowania krakowskich skał wulkanicznych, będących od przeszło stulecia tematem opracowań geologicznych i petrograficznych badaczy polskich i obcych, kontakt tych skał z otaczającymi skałami osadowymi służył przede wszystkim do określenia wieku magm i ich erupcji. Zmiany bowiem w łupkach i piaskowcach wzdłuż kontaktu były tak niewyraźne, że przez długi czas uchodziły uwagi badaczy. W jednym tylko przypadku zanotowano obecność minerałów kontaktowych. W roku 1890 udało się mianowicie stwierdzić J. Siemiradzkiemu (17) wolastonit, granat, tremolit i epidot w kontakcie odkrytej przez W. Szajnochę (20) żyły porfirowej z wapieniem węglowym w dolinie Szklarki.

Próbka owego wapienia z kontaktu, analizowana chemicznie przez B. Pawlewskiego, miała 45,47% części nierozpuszczalnych w kwasie solnym, a składających się z 27,24% SiO_2 , 17,89% CaO i 0,34% MgO . Przeliczywszy te liczby na 100% Siemiradzki uzyskał wartości: 59,84% SiO_2 , 39,42% CaO i 0,74% MgO , zbliżone do składu chemicznego wolastonitu, przeważającego według obserwacji tego autora w skale zmienionej.

Ani w opracowaniu petrograficznym skał krakowskich, wykonanym w r. 1886 przez R. Zuberę (22), ani też w opisie Z. Rozena (16) z r. 1909, będącym wynikiem unowocześnionych metod badania, zagadnienie zmian kontaktowych nie było rozpatrywane ze stanowiska chemicznego i petrograficznego. Okolicznością tłumaczącą ten brak był niedostatek dobrych odsłoneń granicy kontaktowej, w których przeobrażenia skał byłyby wyraźne i typowe, a to z powodu złego ich zachowania lub niedostatecznego wykształcenia. Stąd też ugruntowało się przekonanie o niezbyt wysokiej temperaturze zastygających na powierzchni law krakowskich. Z drugiej strony jednak, spostrzeżenia Siemiradzkiego o występowaniu minerałów kontaktowych, wytworzonych przez działanie żyły porfirowej nie dochodzącej do 2 m miąższości, pobudziły do dociekań nad przyczyną ich braku w innych odkrywkach kontaktu. Zagadnienie przeobrażeń pirogenicznych i istnienia minerałów kontaktowych stało się treścią jednego z rozdziałów pracy J. Brodera (3) o diabazie z Niedźwiedziej Góry koło Krzeszowic. Pomimo dokładnej analizy chemicznej i mikroskopowej permskich ilów i piaskowców podścielających diabaz, jak również i samego diabazu z bezpośredniego z nimi kontaktu, autor ten nie dostrzegł w nich minerałów kontaktowych. Zmiany pod wpływem

kontaktu w iłach, uchwycone w wynikach analiz chemicznych, wyrażają się w zmniejszonej zawartości tlenków żelaza dwuwartościowego i tytanu, we wzroście natomiast ilości tlenków żelaza trójwartościowego, glinu i wapnia. W przylegających do granicy kontaktu częściach diabazu, zabarwionych tlenkami i wodorotlenkami żelaza na czerwono, również nie znaleziono minerałów kontaktowych, silne zaś przeobrażenie skały wytłumaczono działaniem wód termalnych, krążących wzdłuż kontaktu.

Wobec ujemnego rezultatu dotychczasowych poszukiwań zmian kontaktowych w skałach osadowych w zetknięciu się z lawami obszaru krakowskiego należało ponownie poddać badaniu kontakt żyły porfirowej w wapieniu węglowym w dolinie Szklarki. Żyła porfiru, znajdującego się w stanie daleko posuniętego rozkładu, przecina tam prawie pionowo czarne wapienie karbońskie z bułami krzemieni. Jednakowoż ani bytność w terenie w roku 1934, ani też przesłedzenie większej ilości preparatów mikroskopowych nie pozwoliły zauważyć żadnych zmian w wapieniu i w krzemieniach, przylegających z obu stron do żyły. Jedynie w części strópowej, zasklepiającej żyłę od góry, czarny wapień węglowy uległ wybieleniu i słabemu przekryształowaniu przechodząc w biały rąbek wzdłuż granicy kontaktu, mający zaledwie kilka mm szerokości. Sporządzone z tej części skały preparaty nie dostarczyły także minerałów kontaktowych, odmiany zaś wapienia, która by odpowiadała opisanej przez Siemiradzkiego (17) brekacji tektonicznej, nie było ani śladu po obu granicach żyły.

Jednak wkrótce potem kustosz Muzeum Komisji Fizjograficznej PAU dr Eug. Panow dostarczył Zakładowi Mineralogicznemu U. J. wapieni mocno przekryształowanych, znalezionych w postaci luźnych okazów w usypisku pod wspomnianą odkrywką w dolinie Szklarki, profesor zaś Stefan Kreutz stwierdził w nich pod mikroskopem obficie rozsiane drobne kryształki grosularu, a poszukiwania na miejscu doprowadziły go do wniosku, że zjawiska zmian termicznych w postaci minerałów kontaktowych są widoczne jedynie na porwakach oderwanych od skał otaczających i tkwiących w zakrzepłej lawie. Nasuwał się wniosek, że tylko w takim przypadku ilość ciepła, dostarczana z magmy odłamkom skał porwanych, mogła być dostateczna do wywołania przeobrażeń egzo- i endotermicznych.

W tym samym czasie udało mi się na potwierdzenie tej tezy znaleźć kilka okazów jaspisów i buchitów, pochodzących z diabazu Niedźwiedziej Góry koło Krzeszowic. Odbudowywany tam od lat kamieniołom o wysokości na 18 m ścianie, przesuwał się stale ku południowi, odsłaniając równo charakterystyczną budowę diabazu z jego ciosami, jak i stosunek jego do podłoża. We wschodniej części ściany odbudowy napotyka się na

permokarbońskie podłoże diabazu, opadające pod nieznacznym kątem upadu ku zachodowi, pocięte jednak świątą uskoków o biegu N-S i zrzucone w dół tak, że w środkowej i zachodniej części kamieniołomu można było pokusić się o prowadzenie robót eksploatacyjnych poniżej jego obecnego dna. Opisywany dawniej kontakt diabazu z łupkami znajduje się we wschodniej części zbrocza pagórka, w małym wkopie, będącym wylotem z górnego piętra eksploatacyjnego łomu. Cała wschodnia ściana łomu i wschodni odcinek południowej, głównej ściany odbudowy są spękane, o charakterystycznych powierzchniach ciosów łukowato przegiętych w kształcie kopuł. Strefa ciosów o takim ułożeniu spoczywa nad krawędzią uskoków schodkowo zrzucających podłoże. W pd.-wschodnim zakątku kamieniołomu, w poziomie obecnego dna, odsłania się nowy kontakt, skąd zebrane próbki poddałem analizie mikroskopowej i chemicznej. W odległości kilkunastu metrów od niego w kierunku zachodnim natrafiono w płytkiej studzience poszukiwawczej ponownie na kontakt diabazu z podłożem.

Oprócz wymienionych odsłonień, w których osadowe skały podłoża znajdują się w bezpośrednim kontakcie z diabazem, znaleziono porwaki tych skał w samym diabazie. W środkowej części głównej ściany odbudowy wyłamano z calizny u góry dwa duże bloki buchitu — piaskowca zlepieńcowego o dużych ziarnach kwarcu, scementowanych lawą diabazową lub lawą pochodną, powstałą przez zasymilowanie pierwotnego spoiwa wapienno-ilastego. W zachodniej części głównej ściany odbudowy znaleziono kilka okazów jaspisu diabazowego, tkwiących w skale w postaci porwaków na wysokości około 2 m ponad spągim dolnego poziomu eksploatacyjnego. Widoczny na okazach jaspisu różny stopień przeobrażeń oraz pewne, makroskopowo dające się zauważyć podobieństwo do opisanych przez J. Brodera (3) iłolupków z podłoża, skłoniły mię do bliższego zbadania tego rodzaju skał, spotkanych po raz pierwszy na terenie Polski.

OPIS MAKROSKOPOWY PORWAKÓW Z DIABAZU NIEDŹWIEDZIEJ GÓRY

Znalezione w diabazie Niedźwiedziej Góry porwaki jaspisu mają rozmiary nieduże, nie dorównujące wielkością pięści. Wspomniane poprzednio dwa okazy buchitu występują w większych blokach do 4 dm średnicy. Jaspisy kształtem swym odpowiadają płaskim najczęściej odłamkom pierwotnej skały ilastej, grubości do 5 cm, oderwanym od podłoża i unoszonym w lawie. Makroskopowo wyróżniają się wśród nich zasadniczo dwa typy, odmienne barwą i teksturą, występujące bądź w oddzielnych porwakach, bądź też zrosnięte ze sobą tak, że łączy je wąska granica stopniowych przejść.

Jeden z nich, określony w niniejszym opracowaniu jako *jaspis jasny*, jest skałą twardą i zbitą, barwy jasnoszarej z niebieskawym odcieniem i o słabo zaznaczającej się naprzemianległości ciemniejszych wąskich smug i pasemek, przypominających ślady stratyfikacji.

Drugą wyróżnioną odmianą jest *jaspis czarny*. Oddzielne większe porwaki tego jaspisu są rzadkie, najczęściej natomiast tworzą one na powierzchni jaspisów jasnych warstewkę około 1,5 cm grubości, biegnącą równoległe do stratyfikacji. Czasem też spotyka się taką warstewkę i po drugiej stronie jaspisu jasnego, nie znalazłem natomiast okazów, na których by warstewka jaspisu czarnego otaczała zewsząd jaspis jasny.

Granica między jaspisem a diabazem nie zawsze jest zarysowana z jednakową wyrazistością. Porwaki odmiany jasnej, stykającej się z diabazem bez pośrednictwa odmiany czarnej, mają granicę ostro zarysowaną, wzdłuż której można łatwo oddzielić obydwie skały od siebie.

Odgraniczenie jaspisu czarnego od diabazu bardzo często składa się z warstewki, grubości od 2 do 4 mm, złożonej ze słupków plagioklazów barwy ciemnoszarej, ustawionych prostopadle do powierzchni kontaktu. Warstewka ta ułatwia także oddzielenie jaspisu od skały (por. fig. 1).

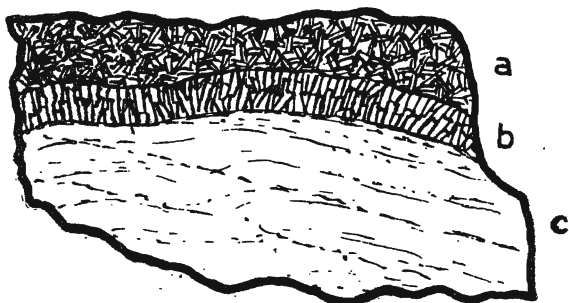


Fig. 1

Szkic odręczny odłamka okazu, składającego się z diabazu, skalenia i ciemnego jaspisu. Wielkość naturalna
 a diabaz, b strefa skaleniowa o budowie pręcikowej, c jaspis ciemny

Istnieją też na jaspisach warstewki skały czarnej, której granica od strony diabazu zaznacza się wyraźnie dzięki różnicy ziarnistości obu skał, ich koloru i połysku, ale które tak silnie są spojone ze sobą, iż mechaniczne oddzielenie ich od siebie jest trudne. Zwykle też te jaspisy wyróżniają się pewną szorstkością na powierzchni przełamu, świadczącą o nieco grubszej ziarnistości. Zostały one oznaczone w wyniku badań mikroskopowych i chemicznych jako „diabaz kontaktowy“.

OBSERWACJE MIKROSKOPOWE

1. *Diabaz hyperstenowy niezmienny z Niedźwiedziej Góry*

Obraz mikroskopowy tej skały odpowiada w zupełności opisom Z. Rozena (16) i J. Brodera (3). Listewkowate skalenie długości 0,2 mm, szerokości 0,1 mm, o składzie chemicznym labradoru (47% An), różnokierunkowo ułożone, grupują się gdzieniegdzie w równoległe biegnące smugi fluidalne. W interstycjach między nimi tkwią drobne ksenomorficzne ziarenka niewiele później wydzielonego hyperstenu, w ilości około 30% wag. Do ważniejszych produktów krystalizacji należą obficie rozsiane drobniutkie ziarenka magnetytu (3,5%) oraz oliwin, który jednak, według Z. Rozena, uległ resorbcji magmowej lub późniejszemu zwietrzeniu. Dzięki przejrzaniu kilkudziesięciu płytek cienkich, sporządzonych z różnych punktów kamieniołomu Niedźwiedziej Góry, można było w kilku przypadkach zauważyć istnienie dobrze zachowanych dużych kryształów oliwinu o zarysach krystalograficznych, częściowo tylko zresorbowanych. Naokoło nich nagromadziły się ziarenka hyperstenu. W płytkach cienkich, w których brak oliwinu, widoczne są skupienia chlorytowych produktów przeobrażeń, wypełniających miejsca po oliwinie, często z zachowaniem jego form zewnętrznych. Także i tutaj są widoczne skupienia hyperstenu naokoło nich. Świeżość hyperstenu w porównaniu z całkowicie rozłożonym oliwinem jest uderzająca. Nasuwa się z tego powodu wniosek, że produkty przeobrażeń po oliwinie nie są wynikiem wietrzenia pod wpływem czynników atmosferycznych lub wód krążących, gdyż wtedy wietrzenie to musiałoby się zaznaczyć choćby w pewnym stopniu na skaleniach i hyperstenu. Zachodzi tu przypadek autopneumatolizy: lawa, pozbywając się podczas krystalizacji części składników femicznych, stała się procentowo bogatsza w sód, potas i wodę, a wobec takiej zmiany jej składu chemicznego oliwin poprzednio wydzielony musiał ulec przeobrażeniu w chloryt (por. St. Tomkiewicz, 21). Skupieniom chlorytowym po oliwinie w diabazie Niedźwiedziej Góry odpowiada analogicznie powstały na miejscu oliwinu iddyngsyty, opisany przez Z. Rozena (16) w melafirach (diabazach augitowych) Rudna, Alwerni i Regulic. Dla wytłumaczenia genezy iddyngsyty przyjmuje się obecnie także proces autopneumatolizy, odbywającej się bardzo wcześnie, gdyż w stadium płynnej jeszcze magmy, polegający zaś na przeobrażeniu oliwinu przez działanie wody przy równoczesnym utlenieniu (A. B. Edwards, 5)¹.

¹ Iddyngsyty po oliwinie w melafirach krakowskich świadczą, że magma tych skał wylewnych o teksturze bańczastej i migdałowcowej znajdowała się tak blisko powierzchni ziemi lub też jej wylew odbywał się tak powoli, iż podczas autopneumatolizy mogło nastąpić utlenienie. Natomiast w autopneumatolizie diabazu Niedź-

Obserwacje szlifów mikroskopowych, podane poniżej przy opisie mikroskopowym jaspisów, dają podstawę do twierdzenia, że proces auto-pneumatolizy, objawiający się przez powstawanie chlorytu po oliwinie, dokonał się w okresie krystalizacji skaleni.

W końcowej fazie krystalizacji lawy pojawiają się drobne ilości wydzielonego kwarcu i ortoklazu.

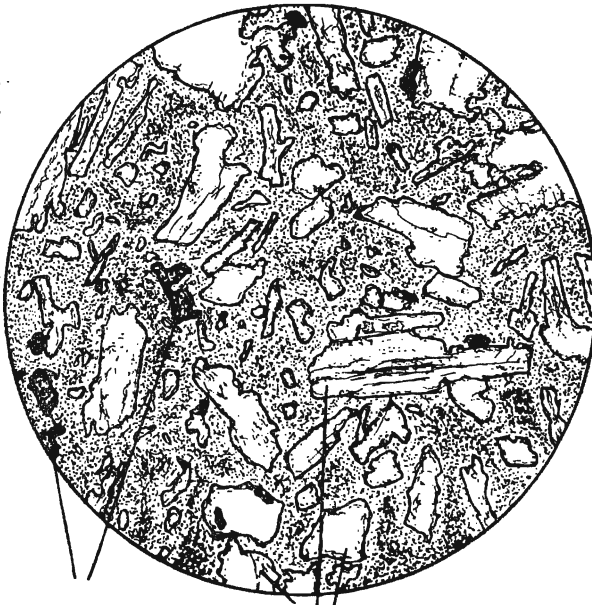
2. Diabaz z kontaktu ze skałą ilastą

Miejsce kontaktu (w spagu, w pd.-wschodniej części kamieniołomu), skąd pobrano próbki do badań, znajduje się niedaleko od punktu K₂, opisanego przez J. Brodera (3). Diabaz z kontaktu, zgodnie z opisem J. Brodera, stanowi masę sypką i kruchą, barwy czerwonej, wpadającej w odcień czerwono- fioletowy, zawierającą w sobie małe grudki limonitu. W próbkach badanych przez Brodera tkwiły też drobne okruchy iłu, pochodzącego z podłoża. W opisie geologicznym W. Goetla (7) skała ta została określona jako tuf, gdy tymczasem J. Broder oznacza ją jako szkliwo diabazowe, zmienione pod wpływem wód krążących wzdłuż powierzchni kontaktu.

Szlify mikroskopowe sporządzone z diabazu, zebranego w nowych odsłonięciach z bezpośredniego zetknięcia się z podłożem, dają obraz mikroskopowy analogiczny do opisanego przez J. Brodera. Szkliwo, które tworzy tło badanej skały, układa się w smugi i zwoje tekstury fluidalnej, widoczne dzięki barwom popielato-szarym i rdzawo-czerwonym, powtarzającym się na przemian. Rozsiane są w nim liczne drobne i większe skupienia brunatnych rud. Na tle owej szklistej masy zarysowują się gęsto rozmieszczone osobniki listewkowato wydłużone i ułożone równolegle do powierzchni kontaktu. Osobniki te, o pokroju skaleni, są wypełnione substancją bezpostaciową zupełnie przezroczystą oraz agregatem drobnutkich ziarenek, słabo dwójłomnych, niewątpliwie wtórnych (por. fig. 2).

wiedziej Góry i diabazów napotkanych w otworach wiertniczych w Wielkich Drogach i w Zalasie, która doprowadziła do powstania jedynie skupień chlorytowych po oliwinach, stwierdzamy mniejszy stopień utlenienia magmy. Ten mniejszy stopień utlenienia należy łączyć ze sposobem występowania krakowskich diabazów hyperstenowych w postaci żył pokładowych, zastygłych wśród skał górno-karbońskich. — Na podstawie różnego stopnia utlenienia można by snuć analogiczne wnioski co do sposobu występowania porfirów krakowskich. Czerwone „felzytowe“ porfiry z Miękinia są skałami wylewnymi, zastygłymi na powierzchni ziemi, przy czym czerwone ich zabarwienie pochodzi od tlenków żelaza powstałych jeszcze przed przekształcaniem szkliwa. Zielonawe natomiast i sine porfiry z Zalasu, Sanki, Głuchówki itd., często o teksturze newadytovej, tj. obfitującej w prakryształy skaleni, odpowiadać by powinny, jako mniej utlenione, żyłom śródwarstwowym karbonu, zastygającym wolniej i bez dostępu powietrza.

Z obrazu mikroskopowego łatwo odgadnąć genezę struktury diabazu w kontakcie i jego dalsze przeobrażenia. Lawa diabazowa w zetknięciu się z zimnym podłożem odgrodziła się odeń cienką powłoką, wytworzoną wskutek szybkiego zestalania się magmy. Powłoka ta składała się z masy szklistej, usianej licznymi, wydzielonymi już wtedy listewkami skaleni, jednakowoż w rozmiarach mniejszych, niż w normalnym diabazie. Rzadko napotymane minerały femiczne przypominają, że podczas erupcji diabazu kryształy oliwinu uległy już resorbcji pod wpływem autopneumatolizy, jeszcze przed krystalizacją frakcji skaleniowej, oraz że do wydzielenia się godnych uwagi ilości hyperstenu nie doszło.



przekroje po plagioklazach wypełnione opalem i skupieniami wtórnego ortoklazu

szkliwo bazaltowe

chloryt

Fig. 2

Strefa kontaktowa diabazu z iłem podłoża. Przekrój mikroskopowy: tło skalne ze szkliva; prakryształy przeobrażonych skaleni, wypełnione krzemionką bezpostaciową i agregatem drobnych wtórnych skaleni potasowych; skupienia chlorytu po oliwinie ca $\times 45$

Ponad skorupą szklistą, odgradzającą lawę od podłoża, odbywała się w miarę stygnięcia normalna krystalizacja składników mineralnych diabazu. Raptowne wytworzenie szklistej powłoki między podłożem a płynącą pokrywą lawy przeszkodziło powstawaniu pirogenicznym zjawisk kontaktowych, opartych na asymilacji składników skał otaczających.

Stan zachowania owej powłoki szklistej świadczy o dalszych przeobrażeniach, które należy odnieść do późniejszej, powulkanicznej działalności wód gorących. Wyługowały one plagioklasy osadzając w nich me-

tasomatycznie krzemionkę bezpostaciową i agregat nowoutworzonych ziarenek o słabej dwójłomności i niskich współczynnikach załamania światła. Opierając się na spostrzeżeniach Z. Rozena (16), odnoszących się do zagadnienia tzw. kalifikacji, jako też uwzględniając wyniki własnej analizy, stwierdzającej niezwykle wzbogacenie skały w potas, określam drobnoziarnisty agregat, wypełniający listewki skaleni, jako wtórny ortoklaz.

W porównaniu z przeobrażeniem listewkowatych skaleni zmiany w szkliwie wulkanicznym, oceniane jedynie na podstawie obrazu mikroskopowego, nie są znaczne. Ich następstwem są skupienia limonitowych rud wewnątrz szkliwa lub na miejscu rozłożonych minerałów femicznych. Szkliwo tła skalnego zachowuje współczynnik załamania światła wyższy od współczynnika krzemionki bezpostaciowej, wypełniającej zarysy skaleni. Być może, że wody krążące wzdłuż powierzchni kontaktu wzbogaciły się w alkalia kosztem wylugowanego częściowo szkliwa i, w ten sposób uaktywnione, przeobraziły następnie owe listewkowate prakryształki skaleni. Proces kalifikacji, wykryty w obrębie skał wylewnych krakowskich przez Z. Rozena (16) i opisany szczegółowo przez A. Bolewskiego (2), jest związany, według obserwacji autora niniejszego opracowania, z późną działalnością powulkanicznych wód gorących, której nasilenie przypada na okres po osadzeniu się wapieni retu a przed doggerem.

3. *Jaspisy*

Pośród wydzielonych makroskopowo odmian (jasnej i ciemnej) jaspisy jasne są trudniejsze do badań mikroskopowych z powodu swej drobnoziarnistości i niezbyt dużej przezroczystości szlifów mikroskopowych. Jaspisy ciemne natomiast wykazują większą różnorodność wykształcenia swych struktur i składu mineralnego.

a) *Odmiana jasna* pod mikroskopem przedstawia się w świetle zwyczajnym jako masa o barwie popielatej lub brunatnawej, zróżnicowana w skupienia i smugi warstwowo ułożone a oddzielone od siebie pasmami jaśniejszymi, biegnącymi śródwarstwowo lub poprzecznie do uwarstwienia. W pasmach tych rozpoznaje się, zwłaszcza przy skrzyżowanych nikolach, żyłki wtórnych krystalizacji o grubszym ziarnie, złożonych ze skalenia i kwarcu. Tło skalne, o odcieniu brunatnawym, jest optycznie izotropowe, bądź też ma miejscami tak drobnoziarnistą strukturę, że nie podobna oznaczyć poszczególnych osobników mineralnych, bardzo słabo rozjaśniających się przy skrzyżowanych nikolach. W tej masie tła skalnego, zaciemnionej ponadto nieoznaczalnymi bliżej drobnymi pyłkami niezmięnionej substancji ilastej, rozsiane są bezładnie igielki sylimanitu o wysokich barwach interferencyjnych. W żyłkach jaśniejszych i bardziej gru-

boziarnistych w jaspisach są widoczne niekiedy skupienia sylimanitu w postaci kryształków słupkowatych, ściętych na końcach płasko nachylonymi ściankami. W masie szklistej można też zaobserwować drobne prostokątne lub nieregularne ziarna kordierytu o konturach pozacieranych wskutek zazębiana się z otaczającym szkliwem. Także i wewnątrz kryształków kordierytu jest tak przepełnione fragmentami szkliwa, że kryształki te giną na tle skały. W pobliżu powierzchni kontaktu są dostrzegalne miejscami igiełki rutylu.

b) *Odmiana ciemna*, stanowiąca większy samoistny porwak, ujawnia pod mikroskopem budowę bardziej ziarnistą niż odmiana jasna. Na tle szklistej masy są w niej widoczne skupienia ziarn o szarych barwach interferencyjnych, odpowiadających skaleniom i kwarcowi. Rozmiary ich są bardzo drobne a kontury nieregularnie zazębione. Nieliczne z nich występują w bliźniaczych zrostach według prawa albitowego, ale małe rozmiary ziarn i niewyraźne, częstokroć powyginane płaszczyzny zrostu nie pozwalają na oznaczenie w nich zawartości An. Ciemne zabarwienie tej odmiany pochodzi od licznych i drobnych ziarenek magnetytu. Do zaciemnienia obrazu mikroskopowego przyczyniają się też i resztki substancji ilastej, rozmieszczonej na tle masy skalnej.

Liczne igiełki sylimanitu są również częste jak w odmianie jasnej. Częściej natomiast spotyka się tu maleńkie kryształki rutylu o pleochroizmie w granicach barw od jasnożółtej do żółtej. Spotkać też można większe kryształki rutylu, zbliźniaczone według płaszczyzny (101), tworzące charakterystyczne zrosty o pokroju sercowatym. Wśród cieniutkich igiełek znajdują się też kolankowato ze sobą zrosnięte pod kątem około 60°; są to więc także kryształki rutylu, bliźniaczo zrosnięte według płaszczyzny (101).

Prostokątne przekroje kordierytu gromadzą się w tej odmianie jaspisu w częściach nie przytykających bezpośrednio do diabazu.

Słabo zaznaczona stratyfikacja, nieuchwytna dla oka nieuzbrojonego, polega na gromadzeniu ciemnych i pylastych składników rozmieszczonych w postaci niewyraźnych smug w preparacie mikroskopowym.

4. Diabaz „kontaktowy“

Inaczej niż w opisanych powyżej odmianach jaspisu przedstawia się budowa mikroskopowa ciemnej smugi tworzącej strefę barwy czarnej między odmianą jasną jaspisu a diabazem niezmiennym. Pomimo podobieństwa jej do jaspisu ciemnego, które wyraża się w takich cechach zewnętrznych jak czarna barwa, połysk szklisty i wygląd zbity, pod mikroskopem ujawnia się jej struktura drobnoziarnista, mikrogranitowa, przechodząca miejscami w strukturę porfirową. Porfirowo wykształco-

nymi osobnikami są w tej odmianie kryształy hyperstenu i skaleni zasadowych. Minerale te tylko wyjątkowo mają własne postacie krystalograficzne; najczęściej są one obtopione i zaokrąglone. Kryształy hyperstenu, skupiające się liczniej w pobliżu granicy kontaktu z diabazem, są silnie spękanę. Często można zaobserwować, jak fragmenty hyperstenu, oddzielone od siebie płaszczyznami łupliwości, odsuwają się od siebie wskutek rozpyływania się w magmie mikrogranitowego ciasta skalnego. Na najbardziej zewnętrznych fragmentach hyperstenu są widoczne zjawiska daleko posuniętej korozji magmatycznej (por. fig. 3).

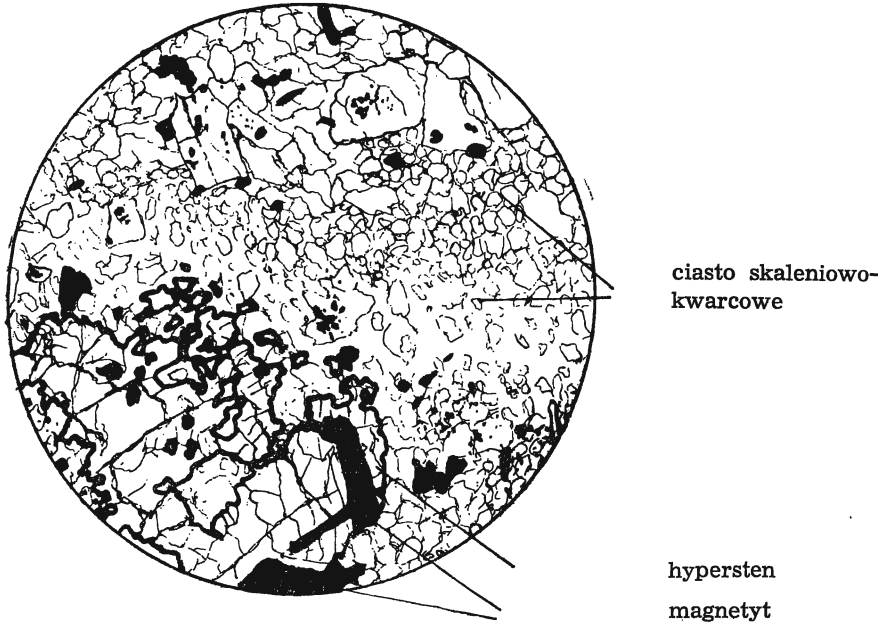


Fig. 3

Diabaz kontaktowy na jaspisie, tworzący wraz z nim enklawę w diabazie Niedźwiedziej Góry — na tle skalnym skaleniowo-kwarcowym ziarna magnetytu i hyperstenu $\times 45$

Większe kryształy skaleni, występujących w opisywanej ciemnej smudze między jasnym jaspisem a diabazem, są zgrupowane w pobliżu granicy kontaktu z diabazem. Można wśród nich zidentyfikować skalenie zbliżone, otoczone często obwódką o słabszej dwójłomności i odmiennym kącie znikania światła. W niektórych ziarnach oznaczenie zawartości cząsteczki anortytowej dawało około 80% w ośrodku wewnętrznej. Przeciętnie jednak skalenie tu występujące niewiele odbiegają składem chemicznym od skaleni przyległego diabazu: zawartość An wynosi

w nich od 57 do 65%, według oznaczeń na przekrojach prostopadłych do P i M. Jeśli posiadają obwódki, to składają się one ze skalenia kwarcowego o zawartości zaledwie 35, 28 i 22% An.

Oprócz skalenia i hyperstenu spotyka się też w strefie kontaktowej jaspisów owe skupienia substancji chlorytowych, które w diabazie były zidentyfikowane jako produkty autopneumatolitycznego rozpadu oliwinu. Skupienia te są często zeszlone w szare lub zielonawo-szare ziarenka bezpostaciowe, usiane grudkami rud żelaznych. Obecność tych skupień dowodzi, że oliwin, wydzieliwszy się w bardzo wczesnym stadium zestalania się magmy diabazowej, uległ częściowo resorpcji, głównie jednak przeobrażeniu w skupienia chlorytowe jeszcze w czasie wylewu, zanim utworzyły się strefy kontaktowe na porwakach jaspisowych. Stać się to mogło tylko dzięki autopneumatolizie, tj. działaniu składników lotnych i bardziej kaustycznych (grupa hydroksylowa, fluor, Na, K itd.), wzbogacających się procentowo w magmie w miarę wydzielania się minerałów trudniej topliwych.

Z innych minerałów charakterystycznych dla diabazu a zachowanych dobrze w strefie kontaktowej między diabazem a jaspisem wymienić należy apatyt, występujący w postaci długich, poprzecznie splekanych igieł i słupków lub sześciobocznych przekrojów, prostopadłych do ścian słupa pionowego. Magnetyt jest zachowany bądź w postaci ziarenek identycznie wykształconych jak w diabazie, bądź też częściej jako drobny pył, a czasem jako wydłużone listewki, położeniem swoim wskazujące na prądy dyfuzyjne czy też kierunkowość krystalizacji, prostopadłą do granicy kontaktu. Kordieryt obficie występuje w częściach bardziej drobnoziarnistych stykających się z jaspisem (por. fig. 4).

Na szczególniejszą uwagę zasługuje w opisywanej strefie kontaktu obecność drobniutkich kryształków cyrkonu, silnie załamujących światło, o pokroju słupków tetragonalnych, zakończonych ściankami piramidalnymi. Pochodzenie tych kryształków nie jest dostatecznie jasne. K. Chruszczow (4) wspomina wprawdzie o cyrkonie wtórnie powstałym, opisując porwaki granitu strzegomskiego w trzeciorzędowych bazaltach ze Strzegomia na Dolnym Śląsku. O wtórnym pochodzeniu kryształka cyrkonu mikroskopowej wielkości, zaobserwowanego w strefie przeobrażeń w porwaku, wnioskuje on na podstawie odrębnego jego pokroju w porównaniu z cyrkonami występującymi w niezmienionym granicie strzegomskim. Cyrkon bowiem, zauważony w strefie zeszklenia porwaka, ma kształt dwupiramidy tetragonalnej, charakterystyczny dla cyrkonów z magm alkalicznych (jak np. z mariupolitów J. Morozewicza), gdy tymczasem w cyrkonach granitu strzegomskiego, należącego do skał wapienno-alkalicznych, panującą formą są wydłużone słupy tetragonalne.

Zagadnieniem interesującym jest sprawa pochodzenia cyrkonu w kontaktowej odmianie diabazu. Ilość bowiem cyrkonu w łupkach ilastych stykających się z diabazem oraz w jaspisach jest znikoma, przy czym istnieje trudność wyjaśnienia wędrówki substancji cyrkonowej z łupku do diabazu. Pozostaje otwartą kwestią znajdowania się substancji cyrkonowych w magmach zasadowych. Niedawno dopiero stwierdzono

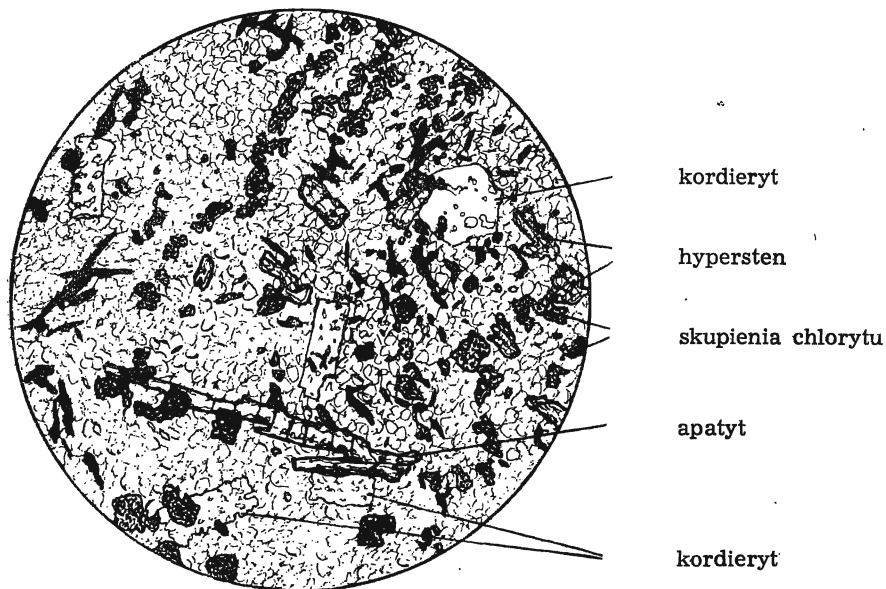


Fig. 4

Diabaz kontaktowy na jaspisie (enklawa w diabazie Niedźwiedziej Góry). Tło skalne z drobnoziarnistych skaleni; na tle skalnym: kordieryt, apatyt, hypersten, skupienia chlorytu
ca $\times 45$

minerał cyrkon w bazaltach melilitowych Pd. Afryki (Morna Mathias, 14). Dlatego należałoby się liczyć z możliwością zastępowania SiO_2 przez ZrO_2 w niektórych krzemianach skał zasadowych, zwłaszcza jeśli się uwzględni, że w materiałach ogniotrwałych sporządzanych z magnezytu i cyrkonu znaleziono związki $\text{MgO} \cdot \text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ i $4\text{MgO} \cdot \text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$.² Obecność w diabazie oliwinu i hyperstenu czyni tego rodzaju przypuszczenie wielce prawdopodobnym. Korozja tych minerałów przez magmę o znacznie zmienionym składzie chemicznym w strefie kontaktu mogłaby uwolnić z nich ZrO_2 , który by następnie wraz z krzemionką dał minerał cyrkon. O temperaturze tworzenia się cyrkonu wnioskować można ze spostrzeżeń

² W. J. Rues i J. H. Chester oraz J. H. Chester i A. L. Roussin według cytaty W. Eitela (6).

A. Lacroix (10, 11) nad występowaniem tego minerału w pegmatytach na Madagaskarze, jako też z badań fizyczno-chemicznych d'Ansa i Löfflera (Eitel, 6) nad stanami równowagi w systemie $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{ZrO}_2$.

5. Obwódka skaleniowa między jaspisem a diabazem

Na niektórych okazach oddziela jaspis od diabazu wąska strefa skaleniowa, o budowie pręcikowej, mająca do 4 mm szerokości, utworzona ze skaleni wydłużonych i ustawionych wachlarzowato, ale mniej więcej prostopadle do powierzchni kontaktu. Granica jej od strony diabazu jest ostra. Wzdłuż niej znajdują się w diabazie drobne skupienia piroksenów wśród listewek skaleni, ułożonych równolegle do niej. Strefa skaleniowa zaczyna się przy diabazie wąziutką smugą o budowie ziarnistej, skąd dopiero wychodzą duże kryształy skaleni, rozszerzające się wachlarzowato ku jaspisowi. Wzdłuż granicy z diabazem można zauważyć przenikanie owej drobnoziarnistej smugi w diabaz na kształt mikroskopowych intruzji, przy czym drzazgi diabazu odszczepiają się równolegle do granicy i zwolna ulegają resorbcji w obrębie strefy skaleniowej. Zaznaczyć należy, że nie zostały znalezione jaspisy, które by naokoło całkowicie były otoczone obwódką skaleniową (por. fig. 5).

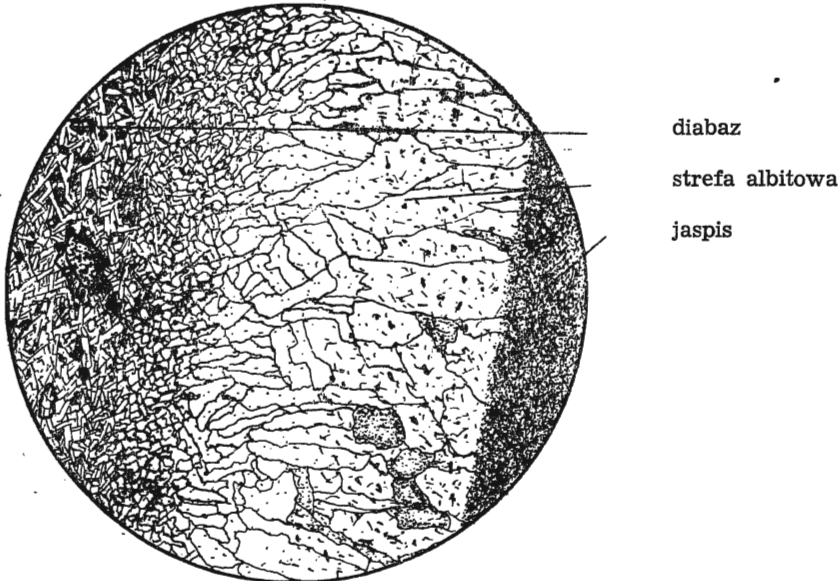


Fig. 5

Strefa skaleniowa pomiędzy diabazem (z lewej strony) a jaspisem ciemnym (z prawej strony). Przylegająca do diabazu strefa skaleniowa o strukturze mikrogranitowej przechodzi w strefę wydłużonych skaleni, rozmieszczonych wachlarzowato. Bliższo granicy z jaspisem widoczne skiality jaspisu (szaro kropkowane) ca $\times 15$

Wewnątrz skaleni, wzdłuż ich płaszczyzn łupliwości i wzdłuż powierzchni zetknięcia się poszczególnych kryształów, są nagromadzone liczne ziarna magnetytu, wydłużone wraz ze skaleniami w tym samym kierunku. Na dużych osobnikach skaleni stwierdzamy niekiedy faliste ściemnienie światła, ponadto przerastają się one nawzajem, rzadko natomiast występują w prawidłowych zrostach bliźniaczych. Skład chemiczny skaleni, oznaczony na drodze optycznej, leży w granicach od 67% An w osobnikach znajdujących się bliżej diabazu, do 36,28 i 24% An w częściach strefy bliższej jaspisowi. Granica między strefą skaleniową a jaspisem nie jest ostra. Skalenie w pobliżu tej granicy są usiane igiełkami sylimanitu oraz zaciemnione gdzieniegdzie resztkami rozplływających się jak gdyby skupień substancji ilastych.

6. Buchity

Pierwotną skałą, z której powstały buchity, znalezione jako porwaki w diabazie Niedźwiedziej Góry, były zlepieńcowate piaskowce o spoiwie ilastym. Składają się one z zaokrąglonych ziarn gdy są większe, z ostrokrawędzistych zaś przy mniejszych rozmiarach. Ziarna te są przeważnie zrostem kilku osobników kwarcu i skaleni; są to bowiem fragmenty granitu, skał ogniowych żyłowych, gnejsów i kwarcytów metamorficznych, które w postaci większych otoczków można stwierdzić w preparatach z buchitu.

Zmianami kontaktowymi zostało objęte przede wszystkim spoiwo ilaste zlepieńca. Przekształciło się ono w rodzaj jaspisu o budowie mikroskopowej podobnej do opisanej poprzednio w jaspisach. Substancje ilaste, dość licznie zachowane między ziarnami klastycznymi, przechodzą w wielu miejscach w agregat drobniutkich listewek lub w skupienia ziarn o budowie mikrogranitowej. Jest to mieszanina kwarcu i skaleni. Często spotyka się zamiast dawnego spoiwa szkliwo o spólczynniku załamania światła wyższym, niż w balsamie kanadyjskim. Szkliwo to gdzieniegdzie wykazuje zjawiska odszklenia w postaci wykrystalizowanych odśrodkowopromienistych włókienek. Wszędzie w tych utworach znajdują się bardzo delikatne igiełki sylimanitu, grudki rud i prostokątne przekroje kordierytu lub zarysy po nim, wypełnione substancjami chlorytowymi. Miejscami rolę spoiwa spełnia skała skaleniowa o budowie diabazu lub ziarnistej, lecz wyróżniająca się brakiem składników femicznych i zasadowością skaleni, gdyż zawartość An dochodzi w nich do 90%.

Pod wpływem wysokiej temperatury magmy diabazowej ziarna minerałów klastycznych w buchicie uległy spękaniu na wskroś lub szeregiem szczelin równoległych do ich powierzchni. Na wielu osobnikach

kwarcu jest widoczna obwódka zewnętrzna o budowie pręcikowej lub włóknistej, będąca strefą reakcyj z magmą wtórną, powstałą na miejscu spoiwa.

Z opisu mikroskopowego wynika, że jaspisy zarówno jasne jak i ciemne, występujące w postaci dużych, jednolicie wykształconych osobnych porwaków, zdradzają bliskie między sobą pokrewieństwo. Były one mianowicie skałą ilastą, zmienioną przez sprażenie i częściowe stopienie. Odmiana ciemna jaspisu, obfitująca w rudy żelazne i w części kwarcowo-skaleniowe, bardziej gruboziarniste, przedstawia stadium silniejszego przeobrażenia, polegającego na wchłonięciu z magmy części składników.

Odmiennego tłumaczenia natomiast wymaga geneza skały ciemnej, przypominającej wyglądem jaspis a tworzącej strefę kontaktową, odgraniczającą jaspis jasny od diabazu. Obecność w tej skale minerałów spotykanych w diabazie wskazuje na to, że pierwotnie było to szkliwo diabazowe, przytopione do iłu podłoża zaraz w pierwszej fazie zetknięcia się z nim lawy. Płynąca lava, oderwawszy od podłoża kawałek iłu wraz z ową przytopioną strefą szkliwa diabazowego, spowodowała dalsze w nim zmiany: ił zmienia się w jaspis, szkliwo zaś diabazowe, wchłaniając w siebie składniki lotne i łatwo dyfundujące zarówno z iłu jak i z powoli krzepnącej magmy, zmienia swój skład chemiczny tak dalece, że przez krótki czas przechodzi w stop, mimo że diabaz zakrzepł już całkowicie. Powstała w ten sposób wtórna magma, o odmiennym niż lava diabazu składzie chemicznym, nadgryza pirokseny zawarte poprzednio w szkliwie, wciska się w szczelinki diabazu już skrzepłego i wnet potem została się na mikrogranitowe ciasto skalne, obejmujące minerały diabazowe pierwotnego szkliwa (pirokseny, skupienia chlorytowe po oliwinie, apatyt, częściowo rudy) oraz nowoutworzone ziarna kordierytu i pewnej części rud.

CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA JASPIŚÓW

Analizy chemiczne

Na materiał analizowany, użyty do rozważań porównawczych, składają się następujące rodzaje skał:

A Diabaz hyperstenowy z Niedźwiedziej Góry; B Diabaz z pobliza kontaktu z podłożem, zmieniony w masę sypką, określaną dawniej jako tuf; C Diabaz z bezpośredniego kontaktu z ilami podłoża; D Diabaz kontaktowy, tworzący strefę kontaktową na jaspisie; E Jaspis ciemny; F Jaspis jasny; G Ił z podłoża diabazu, zmieniony; H Ił z podłoża, niezmienny.

Tabela 1

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Diabaz Niedź. Góra (anal. J. Broder, 3)	Diabaz zmieniony z kontaktu (anal. J. Broder, 3)	Diabaz z kontaktu nad iłem (anal. A. Gaweł)	Diabaz z kontaktu z jaspisem (anal. A. Gaweł)	Jaspis ciemny (anal. A. Gaweł)	Jaspis jasny (anal. A. Gaweł)	It zmieniony z podłoża (anal. J. Broder, 3)	It niezmie- niony z po- dłoża (anal. J. Broder, 3)
SiO ₂	54,37%	52,92%	50,18%	47,54%	63,22%	52,51%	45,21%	57,42%
TiO ₂	1,83	1,28	2,99	3,31	1,29	2,05	1,06	1,37
P ₂ O ₅	0,92	0,49	nieozn.	0,42	0,16	nieozn.	0,23	0,19
Al ₂ O ₃	14,01	13,97	22,11	29,50	22,04	41,25	31,43	28,08
Fe ₂ O ₃	3,49	17,69	4,99	0,05	1,46	0,75	2,57	1,76
FeO	6,23	0,49	śląd	2,38	4,36	0,64	0,22	0,55
MnO	0,86	—	—	—	—	—	0,11	0,08
MgO	3,85	1,08	0,55	0,76	1,10	0,90	0,91	0,69
CaO	6,43	0,80	1,99	12,10	1,12	0,73	0,82	0,47
Na ₂ O	3,91	0,73	1,05	3,07	0,78	0,15	1,15	0,97
K ₂ O	1,90	1,52	6,20	1,28	1,97	0,70	0,88	0,79
H ₂ O—105°	1,05	2,19	5,41	0,12	0,88	0,13	0,56	0,24
H ₂ O+105°	0,66	7,25	5,10	0,12	1,32	0,47	15,01	7,71
	99,51	100,41	100,57	100,65	99,70	100,28	100,16	100,32

Analizy zebrane w tabeli 1 były wykonane przed wojną w pracowni chemicznej Zakładu Mineralogicznego U. J. Dla kontroli wykonano powtórne oznaczenia wszystkich składników najważniejszych w diabazie „kontaktowym“ (*D*) ze strefy oddzielającej jaspis od diabazu normalnego: SiO_2 — 47,70%, Al_2O_3 — 29,49%, MgO — 0,73%, CaO — 12,23%, HO^{-105° — 0,12%, HO^{+105° — 0,12% (anal. A. Gaweł). Kontrolną analizę obejmującą większość oznaczeń w jaspisie ciemnym (*E*) wykonał w roku 1936 z koleżeńską gotowością Jerzy Wysocki: SiO_2 — 63,49%, TiO_2 — 1,38%, P_2O_5 , Al_2O_3 — nieozn., Fe_2O_3 wraz z FeO — 4,81%, MgO — nieozn., CaO — 1,11%, Na_2O — 0,74%, K_2O — 1,72%, $\text{H}_2\text{O}^{-105^\circ}$ — 1,11%, $\text{H}_2\text{O}^{+105^\circ}$ — 1,47%. Dla celów porównawczych włączono do tabeli analizy ogłoszone przez J. Brodera (3).

Dla ustalenia zależności genetycznych, zachodzących pomiędzy opisywanymi skałami, bardziej celową i przejrzystą jest tabela 2, w której wyniki analiz ryczałtowych są przeliczone na substancję bezwodną, gdyż w ten sposób usuwa się z rozważań wahania w zawartości poszczególnych składników, uzależnione od zmiennej w różnych skałach ilości wody.

W rozmieszczeniu składników chemicznych zaznacza się, jak to wskazuje tabela 2, wyraźny podział opisywanych skał, zgodnie z obserwacjami mikroskopowymi, na grupy związane genetycznie z jednej strony z diabazem, z drugiej zaś — z łałami. Z analizą diabazu normalnego (*A*) należy porównać analizy próbek diabazu z kontaktu z podłożem (*B* i *C*) mając jednak ciągle na uwadze późniejsze zmiany wtórne, wywołane oddziaływaniem czynników hydrotermalnych. Do tej grupy należy też zaliczyć analizę ciemnej odmiany zbitej (*D*) ze strefy kontaktu z jaspisem, dla której najbardziej właściwą byłaby nazwa *diabazu kontaktowego niezmiennego* (w przeciwstawieniu do silnie hydrotermalnie przeobrażonych próbek *B* i *C* z kontaktu nad łałami podłoża).

Jaspis ciemny natomiast (*E*), a zwłaszcza jaspis jasny (*F*), w sposób oczywisty pozostają w łączności z łałami (*G* i *H*), co widać także z porównania analiz.

Rozpatrując poszczególne składniki chemiczne stwierdzamy, że procent glinki stale wzrasta od łału niezmiennego poprzez łał zmieniony aż do jaspisu jasnego, gdy tymczasem w jaspisie ciemnym spada prawie do połowy tej, jaką znaleziono w odmianie jasnej. Wzrost glinki jest też widoczny w serii skał od diabazu poprzez diabazy kontaktujące z podłożem aż do odmiany ze strefy kontaktowej na jaspisie (*A*, *B*, *C*, *D*).

Ze zmiennością ilości glinki nie idzie w parze zachowanie się alkaliów. Dowodzi to, że glinka nie jest związana jedynie i tylko w skałkach: w łałach zmienionych i niezmiennych znajduje się w substancjach ilastych, w jaspisach natomiast wiąże się ona w sylimanit i kordieryt. Za-

Tabela 2

	A		B		C		D		E		F		G		H	
	Diabaz Niedz. Góra		Diabaz zmieniony z kontaktu		Diabaz z kontaktu nad item		Diabaz z kontaktu z jaspisem		Jaspis ciemny		Jaspis jasny		Il zmieniony z podłoża		Il niezmie- niony z podłoża	
	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.	% wag.	% mol.
SiO ₂	55,60	59,97	58,17	65,95	55,72	65,01	47,34	54,27	64,84	72,76	52,69	63,89	53,45	63,98	62,16	71,83
TiO ₂	1,87	1,52	1,41	1,20	3,32	2,91	3,30	2,85	1,32	1,12	2,06	1,88	1,25	1,13	1,48	1,29
P ₂ O ₅	0,94	0,43	0,54	0,26	—	—	0,42	0,20	0,16	0,07	—	—	0,27	0,14	0,20	0,10
Al ₂ O ₃	14,33	9,12	15,36	10,27	24,55	16,90	29,38	19,87	22,61	14,96	41,38	29,60	37,16	26,23	30,40	20,72
Fe ₂ O ₃	3,57	8,67	19,45	17,15	5,54	4,88	0,05	2,32	1,50	5,48	0,75	1,34	3,04	2,86	1,91	2,25
FeO	6,37		0,54		—		2,37		4,47		0,64		0,26		0,60	
MnO	0,88	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,13	0,13	0,08	0,07
MgO	3,94	6,35	1,19	2,02	0,61	1,06	0,76	1,30	1,13	1,90	0,90	1,63	1,07	1,91	0,75	1,30
CaO	6,58	7,63	0,88	1,07	2,21	2,77	12,05	14,85	1,15	1,39	0,73	0,94	0,97	1,25	0,51	0,63
Na ₂ O	3,99	4,18	0,79	0,87	1,17	1,33	3,06	3,41	0,80	0,87	0,15	0,18	1,36	1,58	1,05	1,18
K ₂ O	1,93	1,33	1,67	1,21	6,88	5,14	1,27	0,93	2,02	1,45	0,70	0,54	1,04	0,79	0,86	0,63
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

chowanie się alkaliów w diabazie z bezpośredniego kontaktu z podłożem jest zmodyfikowane wpływem późniejszych przeobrażeń objętych nazwą kalifikacji.

Niezbyt duża zawartość tlenków wapnia i magnezu w iłach i jaspisach podlega nieznacznym zmianom wykazując słaby wzrost od iłu niezmienionego do jaspisów. W rozmieszczeniu CaO w diabazach od pozostałych analiz różni się analiza diabazu kontaktowego, odgraniczającego jaspis od diabazu normalnego. Wzrost CaO do ilości podwójnej w porównaniu z zawartością tego składnika w diabazie normalnym pozostaje w związku z występowaniem w tej odmianie skały bardzo zasadowych skaleni oraz piroksenów.

Zmiany w zawartości krzemionki, towarzyszące przekształceniu się iłu w jaspis jasny, polegają na jej zmniejszeniu się i wskazują na proces desylikacji skały wyjściowej. Zmniejszona równocześnie ilość wody i sodu w jaspisie jasnym w porównaniu z iłami każe przyjąć, że procesowi desylikacji sprzyja przede wszystkim ruchliwość tych właśnie składników podczas przeobrażeń kontaktowych. Także i w diabazie kontaktowym (D) na jaspisie stwierdzamy znaczne obniżenie zawartości krzemionki, i to zarówno w odniesieniu do diabazu normalnego jak i do jaspisów. Stan ten jest jednak rezultatem nie tyle odpływu substancji, jak przy desylikacji, co raczej zmian ilościowych, zachodzących w rozmieszczeniu pozostałych składników chemicznych skały.

Nieco inaczej zachowuje się krzemionka w jaspisie ciemnym. W porównaniu z odmianą jasną zaznacza się w nim wzrost ilości krzemionki wraz z CaO i alkaliami. Można więc mówić o „feldspatytacji“ w okresie powstawania jaspisu ciemnego. Ponadto w odmianie tej wzrasta ilość składników, biorących udział w powstawaniu równomiernie rozsianych drobnych pyłków i skupień rud żelaznych.

SKŁAD MINERALNY SKAŁ

Wyrazem stosunków zachodzących pomiędzy składnikami chemicznymi w skałach jest rodzaj ich składu mineralnego. Ponieważ jednak ryczałtowe analizy opisywanych skał nie dają podstawy do ścisłego wyliczenia składu mineralnego, obraz zaś mikroskopowy jako dość zmienny i zbyt drobnoziarnisty nastęrcza trudności przy planimetryowaniu preparatów, przeto ograniczyć się było trzeba do tego jedynie, by przedstawić zmiany w szeregu skał od diabazu poprzez jaspisy do iłu niezmienionego przy pomocy skaleni obliczonych normatywnie. Tabela 3 podaje właśnie dane odnoszące się do ilości, rodzaju i jakości skaleni normatywnych w opisanych skałach.

Tabela 3

Analizy skał	Ortoklaz % mol.	Plagioklaz % mol.	Skład norm. plagioklazu
A	10,7	46,6	Ab ₆₉ An ₃₁
B	7,9	6,8	Ab ₈₅ An ₁₅
C	35,2	18,6	Ab ₄₉ An ₅₁
D	7,5	84,1	Ab ₃₃ An ₆₇
E	10,8	10,8	Ab ₆₀ An ₄₀
F	4,3	5,1	Ab ₂₇ An ₇₃
G	4,4	11,0	Ab ₇₉ An ₂₁
H	4,3	9,0	Ab ₈₇ An ₁₃

Z powyższej tabelki wynika, że skalenie iłu zmienionego różnią się nieznacznie od skalenia iłu niezmienionego, zarówno co do ilości jak i zawartości anortytu. Zmiany te są następstwem desylikacji, spowodowanej odpływem krzemionki i sodu. Daleko silniejsze natomiast zmiany w składzie mineralnym zaszły w jaspisie jasnym, gdzie jest widoczny znaczny spadek ilości plagioklazów w porównaniu z iłami, przy równoczesnym silnym wzroście cząsteczki anortytu, dochodzącym do 73% plagioklazu. Substancje ilaste uległy przy tworzeniu się tej odmiany jaspisu przekształceniu w kordieryt i sylimanit.

W przeciwieństwie do jaspisu jasnego odmiana ciemna ujawnia wzrost zarówno ortoklazu, jak i plagioklazów normatywnych. Zgodnie z obserwacjami mikroskopowymi skalenie te są produktami krystalizacji składników magmowych, doprowadzonych z magmy otaczającej i impregnujących skałę ilastą. Wśród tych składników wielką ruchliwością odznaczają się cząsteczki krzemianów żelaza i magnezu, zwłaszcza zaś cząsteczka diopsydowa, która według Daya zdolna jest wsiąkać w substancje porowate z łatwością, przypominającą wsiąkanie wody w bibułę. Infiltrowana cząsteczka diopsydowa, reagując z gliną substancji ilastych, łączy się z nią w cząsteczkę anortytową, wchodzącą następnie w skład nowo utworzonych skalenia Ab₆₀An₄₀.

W diabazie kontaktowym na porwakach jaspisu jest obecny obok skalenia także hypersten, w ilości dochodzącej do 6%. Kryształy hyperstenu, wydzielone z diabazu Niedźwiedziej Góry, zawierają według analizy Z. Rozena (16) 6,26% CaO. Wobec niewielkiej jednakowoż ilości hyperstenu w skale kontaktowej wliczenie całkowitej ilości CaO do norma-

tywnego składu chemicznego plagioklazu $Ab_{33}An_{67}$ nie wpłynie w granicach błędu na jego skład rzeczywisty. Jest on zresztą trudny do skontrolowania pod mikroskopem, skalenie te bowiem przedstawiają duże różnice w składzie chemicznym nawet w obrębie tego samego ziarna, jeśli jest zbudowane z ośrodków i obwódki na niej narosłej. Porównując diabaz kontaktowy na jaspisie z normalnym diabazem zauważa się prawie podwojenie ilości plagioklazów przy równoczesnym wzroście ich zasadowości. Dla wytłumaczenia tego stanu należy przyjąć dopływ do strefy kontaktowej na jaspisie dwóch głównie składników chemicznych, tj. sodu i wapnia, w formie czy to dyfuzji, czy też infiltracji magmy.

W składzie chemicznym i w ilości skalenii normalnych, obliczonych dla próbek diabazów z bezpośredniego kontaktu z ilastym podłożem, są widoczne skutki wtórnych przeobrażeń opisanych na krakowskich skałach ogniowych pod nazwą kalifikacji. Analizy owych diabazów, zmienionych nie tylko kontaktowo, ale w większym jeszcze stopniu hydrotermalnie, odznaczają się przewagą ortoklazu normalnego, niewątpliwie wtórnego, nad plagioklazami, których średnia zawartość An (51%) jest większa, niż w diabazie normalnym (31%), natomiast zbliżona do tej, jaką obliczono dla diabazu z kontaktu na jaspisie (67%). Nawet analiza próbki B, bardzo przepojonej uwodnionymi tlenkami żelaza i wskutek tego nie nadającej się do rozważań porównawczych, odznacza się przewagą ortoklazu nad plagioklazami. Spadek zasadowości tych ostatnich (An_{15}) potwierdza tezę Z. Rozena, że przy kalifikacji zachodzi proces wypierania plagioklazów przez substancję ortoklazową.

ZAGADNIENIE RUCHLIWOŚCI SKŁADNIKÓW CHEMICZNYCH W SKAŁACH PODCZAS ICH PRZEOBRAZEŃ PIROGENICZNYCH

Wnioski wysnute z porównania analiz chemicznych i z obserwacji mikroskopowych streszczają się w stwierdzeniu następujących zmian podczas oddziaływania kontaktu magmowego:

A. Zmiany endomorficzne:

1° krystalizacja skalenii bardziej zasadowych w diabazie bezpośrednio stykającym się z zimnym podłożem, następnie wydzielanie się piroksenów;

2° zestalanie się reszty płynnej magmy diabazowej na szkliwo diabazowe w fazie początkowej wydzielania się piroksenów.

B. Zmiany egzomorficzne:

1° w ilach znajdujących się w podłożu wydatne zmniejszenie się zawartości krzemionki, tlenku tytanu i żelaza dwuwartościowego. Wzrost

wody związanej (powyżej 105°) może być wynikiem późniejszych, hydrotermalnych przeobrażeń skał pod wpływem wód krążących wzdłuż granicy kontaktu;

2° przeobrażenie się w jaspis uniesionych przez lawę diabazową porwaków iłów. Powstanie jaspisu jasnego związane jest z desylikacją polegającą na odpływie SiO_2 , H_2O i Na_2O . Substancje ilaste przekształcają się w sylimanit;

3° powstanie jaspisów ciemnych z wymienionych porwaków wiąże się z „feldspatyzacją“, spowodowaną infiltracją magmy czy też dyfuzją składników chemicznych magmy. Łącznie z feldspatyzacją należy zanotować dopływ składników powodujących utworzenie się drobnoziarnistych pyłków rud żelaznych;

4° przekrystalizowanie szkliwa diabazowego, przylegającego do porwaków ilastych lub do powstałych z nich jaspisów, przy równoczesnym dopływie sodu i wapnia z magmy.

Dla ilościowego ujęcia zmian pirogenicznych, wywołanych ruchliwością składników chemicznych na granicy magmy i iłów, nie wystarczy porównanie analiz ryczałtowych. Do celów porównawczych należy znaleźć taki składnik, którego ilość nie podlega wahaniom w różnych stadiach przeobrażeń skały wyjściowej. V. M. Goldschmidt jest zdania, że podczas metamorfozy regionalnej skał zawartość glinki się nie zmienia. Takie założenie, chociaż z poważnymi zastrzeżeniami, przyjął też F. Becke (1) chcąc obliczyć ilość składników wędrujących i stopień ich ruchliwości w różnych warunkach metamorfozy dynamicznej skał. W tym celu przeliczył on analizy porównywanych skał na ilość glinki skały pierwotnej niezmięnionej uzyskując dodatnie lub ujemne różnice dla pozostałych składników chemicznych. W przypadku przeobrażeń pirogenicznych przesłanka o małej ruchliwości glinki może być słuszna jedynie przy nieznacznych zmianach zachodzących w skałach w warunkach niezbyt wysokich temperatur i krótkotrwałości procesów przeobrażeń. Wychodząc z tego założenia J. Broder (3) zastosował przeliczenia sposobem Beckego, by określić ilościowo stosunki, jakie zachodzą pomiędzy składnikami iłu niezmięzionego i zmienionego w podłożu diabazu Niedźwiedziej Góry. Będzie więc rzeczą celową prześledzić w podobny sposób dalsze zmiany składu chemicznego iłów podczas ich przekształcania się w jaspisy.

Podana niżej tabela 4 obejmuje procenty molekularne wyliczone z analizy iłu niezmięzionego i z analiz iłu zmienionego, jaspisu jasnego i jaspisu ciemnego, przeliczonych tak, by glinka wyniosła w nich 20,72%, tj. tyle, co w analizie iłu niezmięzionego.

Tabela 4

Analizy w % mol.	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Suma
<i>H</i> Ił niezmienny	71,83	1,29	20,72	2,32	1,30	0,63	1,18	0,63	99,90
<i>G</i> Ił zmieniony	50,54	0,89	20,72	2,26	1,51	0,99	1,25	0,62	78,79
<i>F</i> Jaspis jasny	44,72	1,32	20,72	0,94	1,14	0,66	0,13	0,38	70,01
<i>E</i> Jaspis ciemny	100,77	1,55	20,72	7,59	2,63	1,93	1,15	2,01	138,35
<i>G</i>	- 21,29	-0,40	—	-0,06	+0,21	+0,36	+0,07	-0,01	- 21,11
<i>F</i>	- 27,11	+0,03	—	-1,38	-0,16	+0,03	-1,05	-0,25	- 29,89
<i>E</i>	+ 28,94	+0,26	—	+5,27	+1,33	+1,30	-0,03	+1,38	+ 38,45

W dolnej części tabeli są podane różnice, jakie stwierdzono dla poszczególnych składników każdej z przeobrażonych skał w porównaniu z iłem niezmiennym. Z różnic tych wynika, że z iłu niezmiennego podczas jego przeobrażania się w ił zmieniony uszło 21,11% substancji, a przy tworzeniu się jaspisu jasnego — 29,89%, przy wykształceniu się zaś jaspisu ciemnego nastąpił dopływ substancji w ilości 38,45%. W przypadku iłu zmienionego i jaspisu jasnego zmiany polegają według tego sposobu przeliczeń głównie na stracie krzemionki (21,29% i 27,11%), natomiast przy tworzeniu się jaspisu ciemnego główną rolę odgrywa dopływ nowej substancji do iłu wyjściowego w ilości 38,45%, w czym 2/3 przypada na krzemionkę, 1/3 zaś — na tlenki pierwiastków dwuwartościowych i na alkalia. Dla obydwóch typów jaspisów, różniących się wyglądem zewnętrznym i strukturą mineralną, zaznaczają się wyraźnie dwa rodzaje różnych przemian genetycznych, wyrażających się chemicznie stratą lub dopływem substancji. Można stąd wnioskować, że istnieją dwa stadia przeobrażeń skał ilastych w jaspis zależnie od kierunku migracji substancji chemicznych. Tę kierunkowość w przeobrażeniach pirogenicznych, zachodzących na granicy skały osadowej i magmy, uzależnia W. R. Goranson (8) od prężności pary wodnej w obydwóch stykających się ze sobą ośrodkach. Obecność pary wodnej ma bowiem ułatwiać wędrówkę krzemionki i kationów, różnice zaś w stanach jej prężności w stykających się ośrodkach mają orientować wędrówkę w kierunku ośrodka o mniejszej prężności. W podobny sposób różnicami prężności pary wodnej w magmach ultrazasadowych i w skałach otaczających tłumaczy między innymi N. D. Sobolew (19) wędrówki składników, które decydują o serpentyzacji lub jej braku w skałach ultrazasadowych.

a) Przy tworzeniu się jaspisów z odłamków iłu, unoszonych w magmie diabazowej Niedźwiedziej Góry, zarówno iły jak i wymieniona magma zawierały pokaźne ilości pary wodnej. Rola jej w magmie diabazowej zaznaczyła się szczególnie w procesie autopneumatolizy przekształcającej oliwin w chloryt. Jeśli jednak odbywała się wędrówka krzemionki z iłu na zewnątrz, w miarę jego przekształcania się w jaspis jasny, jak to podaje tabela 4, to prężność pary wodnej, wyzwalającej się podczas ogrzewania iłu do temperatury otaczającej magmy, musiała być bez wątpienia wyższa niż prężność pary zawartej w magmie. Z tabeli 4 można wnioskować, że tworzenie się jaspisu jasnego (anal. F) jest spowodowane odpływem nie tylko wody i krzemionki, lecz także sodu i żelaza. Odpływ ten odbywał się na drodze dyfuzji w stanie stałym, przy czym jej szybkość a w wyniku szybkości także i ilość przemieszczonych pierwiastków zależały nie tylko od stopnia dysocjacji cząsteczek chemicznych, ale i od wielkości objętościowej pierwiastków. Ruchliwość bowiem pierwiastków w procesach geologicznych dyfuzji wzrasta z malejącym promieniem objętości atomowej lub jonowej pierwiastka (Si^{IV} 0,39 Å; Fe^{III} 0,67; Fe^{II} 0,83; Na 0,98; Ca 1,06; K 1,33 Å). Dlatego też zrozumiałym jest fakt odpływu wskutek dyfuzji krzemionki oraz tlenków sodu i żelaza przy tworzeniu się jaspisu jasnego z iłu, nieruchomość zaś glinu pomimo małych wymiarów jego objętości jonowej (0,57 Å) pozostaje w związku z istnieniem niezdysojowanych kompleksów cząsteczek kwasów glinokrzemowych, trwałych w stanie stałym i w stopach.

Wędrówka wody, krzemionki oraz tlenków sodu i żelaza w przypadku przeobrażeń iłu w jaspis jasny jest widoczna zarówno z zestawień analiz ryczałtowych, jak również i z przeliczeń stanowiących treść tabeli 4.

W przypadku przeobrażeń zachodzących w podłożu diabazu a uwidocznionych w analizach iłu niezmienionego i zmienionego, który stanowi stadium początkowe przemian pirogenicznych wskutek zetknięcia się z diabazem, J. Broder (3) zwrócił uwagę na zwiększoną zawartość wody w ile zmienionym. Nie świadczy to jednak o sprzeczności z przyjętą tutaj tezą W. R. Goransona. Przyczyna bowiem nadmiernego uwodnienia iłu zmienionego zdaje się leżeć w późniejszych przeobrażeniach hydrotermalnych, zaszłych na granicy kontaktu między podłożem a diabazem. Wyłączywszy zatem z rozważań wodę, jako czynnik wtórnie wzbogacony, można stwierdzić na podstawie tabeli 4, że w owym stadium początkowym przeobrażeń pirogenicznych zachodzi także odpływ krzemionki przy minimalnych zmianach w ilości pozostałych składników. Jedynie nieznaczny ilościowo wzrost tlenków wapnia i magnezu nastęrcza trudności próbom wyjaśnienia. Odmienny stosunek wzrostu ilości obu tlenków wskazuje na

to, że nie jest on wynikiem procentowych tylko zmian, spowodowanych odpływem krzemionki z pierwotnej skały. Dyfuzji wapnia i magnezu z magmy do ilitu stało na przeszkodzie raptowne wytworzenie się w miejscu styku warstewki szkliwa z magmy diabazowej, usianej już w tym momencie licznymi listewkami skaleni zasadowych. Z braku możliwości innego tłumaczenia pozostaje zatem przyjęcie dopływu tych składników podczas przemian hydrotermalnych.

b) Opis zmian zachodzących podczas tworzenia się jaspisów ciemnych należy zacząć od dobitnego stwierdzenia dopływu różnych substancji do pierwotnej skały ilastej. Dopływ obejmuje nie tylko krzemionkę, ale także w pokaźnych ilościach żelazo, wapń i magnez, a spośród alkaliów — przede wszystkim potas.

Ponieważ jednak znane są przejścia od jaspisu ciemnego do jaspisu jasnego, należy liczyć się z możliwością tworzenia się odmiany ciemnej nie bezpośrednio z ilitu, lecz z odmiany jasnej, która by wtedy stanowiła stadium pośrednie przemian pirogenicznyc. Porównanie analiz obu odmian (*E* i *F*) podanych w tabeli 4 przekonuje, że i w tym przypadku jaspis ciemny może być wytworzony z jaspisu jasnego wskutek dopływu wymienionych poprzednio pierwiastków, zwiększonego ponadto dopływem sodu. Jedynie tą drogą da się wytłumaczyć w jaspisie ciemnym obecność plagioklazów $Ab_{80} An_{40}$ normatywnie bogatszych w sód, niż w jaspisach jasnych ($Ab_{27} An_{73}$).

Z porównania procentowych wartości molekularnych, wyliczonych w tabeli 2 dla ilitu i jaspisu ciemnego, wynika, że wobec spadku glinki w jaspisie co najmniej do połowy tej ilości, jaką mają ility, nierównomierne powiększanie się wartości wszystkich pozostałych składników chemicznych musi być rezultatem ich dopływu do tworzącej się skały. Obraz mikroskopowy jaspisów ciemnych poucza o istnieniu w nich gruboziarnistych smug śródwarstwowych i żyłek poprzecznych, których powstanie jest niewątpliwie związane z infiltracjami magmowymi. Można więc przypuszczać, że dopływ substancji do tworzącego się jaspisu ciemnego odbywa się przez infiltrację i imbibicję. Infiltracja przeto, niezależnie od dyfuzji sodu i potasu, byłaby procesem charakterystycznym dla tworzenia się jaspisów ciemnych, gdy tymczasem przy jaspisach jasnych decydującą rolę w wędrówce pierwiastków odgrywała jedynie dyfuzja.

W związku z infiltracjami magmy należałoby się spodziewać zwiększenia także i glinki w jaspisie ciemnym, co jednak nie nastąpiło, lub nastąpiło w stopniu jedynie nieznacznym. Substancjami infiltrującymi mogły przeto być łatwo płynne i bardzo ruchliwe stopy diopsydu lub hyperstenu, nasycone nadto krzemionką i alkaliami. One to, reagując z substancjami ilastymi ilitu niezmienionego lub mało zmienionego, czy też

z sylimanitem jaspisu jasnego, mogły spowodować „feldspatyzację“ ciemnego jaspisu, wyrażoną podwójną zawartością zarówno ortoklazu jak i plagioklazów w stosunku do zawartości tych minerałów w jaspisie jasnym (tabela 3).

Streszczając wywody, mające wyświetlić genezę jaspisu ciemnego, należy ustalić, że wytworzył się on nie tyle bezpośrednio z itu, co raczej z jaspisu jasnego wskutek migracji składników z magmy, na drodze zarówno dyfuzji, jak też infiltracji i imbibicji. Dyfuzyjnej wędrówce podlegały: krzemionka, tlenki potasu i sodu, infiltracje zaś składały się ze stopów diopsydowych i hyperstenowych, dostarczających jaspisom składników chemicznych na wytworzenie skaleni, kordierytu i rud żelaznych. Kierunek migracji z magmy do jaspisu — odwrotny niż przy tworzeniu się jaspisu jasnego — należy wiązać ze znaczną prężnością pary wodnej w magmie, przewyższającą prężność wody związanej w jaspisie jasnym, który już wcześniej wodę utracił, gdy się tworzył z itu. Na uwagę zasługuje większa ruchliwość potasu niż sodu podczas wędrówki z magmy do jaspisu ciemnego.

c) Do zestawienia porównawczego analiz ilów i jaspisów w tabeli 4, przeliczonych na jednakową zawartość glinki, nie można dołączyć analiz diabazu kontaktowego, wytworzonego na niektórych porwakach jaspisu. Budowa mikroskopowa tego utworu i obecność w nim minerałów spotykanych w diabazie normalnym nakazują łączyć go do celów porównawczych z tymże diabazem, by uzyskać dane o zmianach, jakim magma uległa w kontakcie. Byłoby także wskazane utwór ten porównać w zakresie jego chemizmu z diabazem, znajdującym się w zetknięciu z podłożem (anal. B i C), ten jednak jest tak zmieniony hydrotermalnie a jego pierwotny skład chemiczny tak zamaskowany, że na podstawie analiz chemicznych nie uzyska się żadnych pewnych danych o zmianach zaszłych w nim wskutek kontaktu, ani też o wędrówkach składników chemicznych i mineralnych.

Diabaz kontaktowy na jaspisie odzwierciedla nam bardzo wczesną fazę zastygania magmy, obfitującą w skalenie bardziej zasadowe niż w normalnym diabazie Niedźwiedziej Góry a ubogą w minerały femiczne. Szkliwo wiążące wydzielone już skalenie, znane z kontaktu diabazu z podłożem, prawdopodobnie o składzie chemicznym tachylitu, musiało istnieć pierwotnie i na porwakach przekształconych w jaspis i wraz z nimi uległo przekształceniom, których fizycznym objawem jest przekształcenie w agregat drobnoziarnisty.

Analiza chemiczna D, przeliczona na skalenie normatywne, stwierdza, że agregat ten składa się z 84,1% plagiogłazu $Ab_{33} An_{67}$ i 7,5% ortoklazu oraz niespełna 10% rud i innych femicznych składników mineral-

nych. Wniosek stąd oczywisty, że i szkliwo, z którego drogą przekrystalizowania mógł powstać diabaz kontaktowy, zawierało niewiele składników femicznych. Próbując więc odtworzyć z magmy diabazowej magmę pochodną o zawartości składników FeO, MnO, MgO zredukowanej do 10% a nawet do 3,6% (jak w analizie D) przekonamy się łatwo, że tak obliczony skład chemiczny magmy różnić się będzie wybitnie od składu chemicznego diabazu kontaktowego (anal. D), zwłaszcza w zawartości glinki i CaO. Podwojenia ilości tych składników w analizie D nie sposób tłumaczyć procentowym tylko wzbogaceniem się w nie magmy wskutek braku minerałów femicznych. Pewne ilości glinki mogłyby przejść do magmy w strefie kontaktu drogą asymilacji z iłów i jaspisów, ponieważ analiza D diabazu kontaktowego wykazuje nieznaczny nadmiar $Al_2O_3 > CaO + alk.$ Asymilacji CaO stoi na przeszkodzie brak wapnia w analizowanych iłach i jaspisach.

Podwojenie ilości glinki i tlenku wapnia wiąże się przeto z migracją cząsteczek anortytowych skaleni w magmie ku jej powierzchni kontaktu jako bardziej chłodzonej, zgodnie z zasadą Ludwiga-Soreta. W myśl tej zasady w częściach chłodniejszych stopu następuje nagromadzenie cząsteczek wcześniej krystalizujących, a więc w przypadku magmy diabazowej cząsteczek skaleniowych przed piroksenowymi. Zmodyfikowana chemicznie magma w strefie kontaktu z iłem zestaliła się na szkliwo skaleniowe z prakryształami skaleni, w strefie zaś kontaktu z jaspisem wskutek mniejszego spadku temperatury mogła krystalizować niezależnie od reszty magmy nie mieszając się z nią z powodu większej lepkości, wywołanej obecnością prawie wyłączną cząsteczek glinokrzemianowych. Kryształizacja takiej magmy dała w wyniku strukturę mikrogranitową.

Możliwe jest również przekrystalizowanie poprzednio wytworzonego szkliwa na agregat drobnoziarnisty o strukturze mikrogranitowej. Ta druga możliwość zdaje się być prawdopodobniejszą z następujących powodów. Magma w strefie kontaktu z jaspisem, złożona przeważnie z cząsteczek glinokrzemianowych, powinna otaczać porwak jaspisu ze wszystkich stron, tymczasem na okazach jaspisów zebranych w Niedźwiedziej Górze takiego rozmieszczenia „diabazu kontaktowego“ nie zauważono. Diabaz kontaktowy tworzy bowiem wąskie strefy równoległe do powierzchni stratyfikacyjnych jaspisu i znajdujące się zazwyczaj po jednej stronie okazu, rzadziej obustronnie lub w postaci wkładki śródwarstwowej. Jeśliby utwór ten miał być ciekły podczas płynięcia kawałka jaspisu, musiałyby być widoczne zjawiska tekstury fluidalnej i mechanicznego rozpływania się poszczególnych fragmentów jaspisu. Tymczasem obserwuje się, że jaspis wraz ze swą powłoką tworzył ciało stałe, poruszające się w magmie jako jedna całość. Było to możliwe jedynie wtedy, gdy po-

włoka ta stanowiła szkliwo diabazowe na jaspisie, czy też na pierwotnym ile i wraz z nim została wydarta z podłoża przez płynącą lawę. Można więc przypuszczać, że szkliwo to uległo przekształceniu w okresie przekształcania się ilitu w jaspis.

Równocześnie jednak zaobserwowano, że mikrogranitowa strefa kontaktu na jaspisie była przez pewien czas fazą ciekłą (wypełnienie szczelin łupliwości w prakryształach piroksenów masą mikrogranitową i rozplwanie się ich fragmentów, wdzieranie się masy mikrogranitowej do wąskich spękań w jaspisie i w diabazie). Przejście szkliwa w stan ciekły było możliwe wskutek ogrzania się porwaka jaspisu do temperatury otaczającej magmy diabazowej. W tej temperaturze wkrótce jednak rozpoczęła się ostateczna krystalizacja magmy diabazowej. Być może, że podczas tej krystalizacji odbyła się dyfuzja K_2O , jako składnika najpóźniej krystalizującego, do rozmiękłego szkliwa ułatwiając jego całkowite stopienie. Tak uzyskana magma, dzięki swej lepkości, pochodzącej od zawartości cząsteczek glinokrzemianowych, mogła się utrzymać w stanie płynnym przez pewien czas nawet po zestaleniu się otaczającego diabazu. Jedyne bowiem tym sposobem można tłumaczyć sobie wdzieranie się magmy o strukturze mikrogranitowej pomiędzy odpryski i szczeliny przyległego diabazu. Za dyfuzją potasu z magmy do szkliwa czy też do magmy zeń powstałej przemawia obecność 7,5% ortoklazu normatywnego w „diabazie kontaktowym“.

d) Z uwagi na sposób wykształcenia, warunki genezy i związaną z nimi wędrówkę składników chemicznych zasługuje na rozpatrzenie strefa skaleni o budowie pręcikowej, widoczna na niektórych jaspisach w postaci wąskiej, zaledwie do 4 mm liczącej aureoli (p. str. 5 i 14). Z braku dostatecznej ilości materiału potrzebnego do analizy chemicznej poprzestano jedynie na oznaczeniach mikroskopowych i na ich podstawie wysunięto wnioski na temat powstania tej strefy i zachodzących wtedy przemian substancjonalnych.

Skaleni zostały oznaczone na drodze optycznej jako plagioklasy zbliżone składem chemicznym do normatywnych skaleni diabazu kontaktowego $Ab_{83}An_{17}$, ale zdarzają się też wśród nich plagioklasy $Ab_{64}An_{36}$ zbliżone zawartością anortytu do skaleni normatywnych $Ab_{60}An_{40}$ występujących w jaspisie ciemnym. Pojawiają się także, zwłaszcza w postaci obwódki, skaleni o mniejszej zawartości anortytu (28 i 24% An). Pod mikroskopem nie udało się zidentyfikować obecności ortoklazu.

Z jakości skaleni należy wnioskować, że omawiana aureola skaleniowa wiąże się genetycznie z utworem, wykształconym w końcowej po-

staci jako diabaz kontaktowy. Przypuszczenie to nabiera uzasadnienia, jeśli zwróci się uwagę na występowanie wąziutkiej smugi o strukturze mikrogranitowej między diabazem normalnym a strefą skaleni pręcikowych. Skalenie wykształcone pręcikowo byłyby więc, podobnie jak diabaz kontaktowy, szkliwem diabazowym na jaspisie, przekrystalizowanym w odmiennych nieco warunkach, mianowicie podczas krystalizacji orientowanej termotropowo lub na skutek wyraźnego zróżnicowania koncentracji składników podczas ich wędrówki na niewielkiej przestrzeni. Paromilimetrowa zaledwie strefa skaleniowa, oddzielająca magmę diabazową od jaspisu, musiała być miejscem wędrówki składników, skierowanej ku jaspisowi, jak na to wskazuje struktura wydłużonych i rozszerzających się wachlarzowato pręcików skaleni. Dowodem wędrówki jest przenikanie skaleni do jaspisu, powodujące, że granica między tymi dwoma utworami zaciera się i nie jest tak ostra, jak między diabazem a strefą skaleniową. Ponadto w częściach skaleni bliższych jaspisowi obserwuje się gęsto rozsiane igiełkowate mikrolity sylimanitu, takie same jak w jaspisie, oraz skialitycznie zaznaczające się resztki ilastych substancji jaspisu. Świadczą one o wypieraniu substancji jaspisowej przez skalenie. Strefa skaleniowa rozszerzyła się więc nieznacznie wskutek resorbcji jaspisu. Wędrówka składników odbywała się w tej części wzdłuż frontu o głębokości zaledwie 1 mm i w czasie, kiedy jaspis był już wykształcony w postaci agregatu sylimanitowo-skaleniowo-kwarcowego. Zmiana składu chemicznego skaleni przy jaspisie winna być tłumaczona raczej rozcieńczeniem się składnika anortytowego w miarę rozpuszczania się jaspisu już wcześniej wytworzonego. Jeśli przyjąć, podobnie jak dla diabazu kontaktowego na jaspisie, że i strefa skaleniowa powstała wskutek przekrystalizowania szkliwa skaleniowego, przyczepionego do pierwotnego iltu, to wędrówka sodu i potasu do tej strefy byłaby tak samo hipotetyczną jak w przypadku próby objaśnienia genezy diabazu kontaktowego, tym bardziej, że obserwacje mikroskopowe nie zdołały stwierdzić obecności ortoklazu pomiędzy pręcikami skaleni. Istnieje jednak w literaturze petrograficznej opis podobnej aureoli skaleniowej o budowie pręcikowej, wytworzonej na porwakach jaspisowych w bazaltach góry Ság na Węgrzech (L. Jugovics, 9). Opisane stamtąd skalenie pręcikowe składają się z zasadowego andezynu i ortoklazu w części bliższej bazaltowi, w części zaś stykającej się z jaspisem — wyłącznie z samego ortoklazu. Wzbogacenie w potas strefy skaleniowej jest więc możliwe, zwłaszcza że i w jaspisie ciemnym, będącym stadium końcowym przeobrażeń pirogenicznych jaspisu jasnego, dopływ potasu został stwierdzony na drodze chemicznej. Powiększenie się strefy skaleniowej dzięki resorbcji przyległego jaspisu

mogło być źródłem potasu dla ortoklazu, zarówno w przypadku opisywanym przez Jugovicsa jak i dla aureoli skaleniowej na jaspisach z Niedźwiedziej Góry.

Kraków, w marcu 1952

LITERATURA CYTOWANA

1. BECKE F. Stoffwanderung bei der Metamorphose. *Tschermak's Min. Petr. Mitt.* XXXVI, 1925.
2. BOLEWSKI A. Zagadnienie „kalifikacji“ krakowskich skał magmowych (Das Problem der „Kalifikation“ der Krakauer Magmagesteine). *Roczn. P. Tow. Geol. (Annales Soc. Géol. Pol.)*, t. XV. Kraków 1939.
3. BRODER J. Diabase von Niedźwiedzia Góra bei Krzeszowice und die sie begleitenden Gebilde. *Bull. Acad. Pol. Sci. A. Cracovie* 1931.
4. CHRUSTCHOFF K. v. C. Mikropetrographische Mitteilungen. *N. Jb. Min.* VII, 1886.
5. EDWARDS A. B. The formation of iddingsite. *Amer. Min.* XXIII, 1938.
6. EITEL W. *Physikalische Chemie der Silikate*. 1941.
7. GOETEL W. Kontakt diabazu z piaskowcem permskim na Niedźwiedziej Górze w Krakowskiem. *Spraw. P. I. G.*, t. I, 1921.
8. GORANSON ROY. W. Silicate-water-systems. „Osmotic-pressure“ phenomena and their bearing in some problems of igneous activity. *Ref. N. Jb. Miner. A. I.*, 1939.
9. JUGOVICS L. Einschlüsse von Basaltjaspis in dem Basalte des Ság-Berges (Ungarn). *Tschermak's Min. Petr. Mitt.* XVII, 1937.
10. LACROIX A. *Les enclaves des roches volcaniques*. 1893.
11. LACROIX A. La nature du gisement de zirkon du Mont Ampanolu à Madagascar. *C.-R. Séan. Acad. Sci. Paris*, 205, 1937.
12. MAŁKOWSKI St. Metamorfizm kontaktowy i żyła kruszcowa w Jarmucie pod Szczawnicą. *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* 1918.
13. MAŁKOWSKI St. O stosunku żył andezytowych do budowy geologicznej okolic Pienin. *Spraw. P. I. G.*, t. II, 1923/24.
14. MORNA M. Two olivins from South African melillite-basalt. *Min. Mag.* XXVIII, 1949.
15. MOROZEWICZ J. Przyczynki do petrografii krajowej. *Pam. Fizjogr.* 1890.
16. ROZEN Z. Dawne lawy W. Ks. Krakowskiego. Studium petrograf.-chemiczne (Die alten Laven im Gebiete von Krakau). *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Ak. Um. (Bull. Acad. Pol. Sci. Cracovie)*, ser. III, t. 9A. — 1909. Kraków 1910.
17. SIEMIRADZKI J. Über die Contacterscheinungen bei Dubie im Krakauer Gebiete. *Tschermak's Min Petr. Mitt.* XI, 1890.
18. SMULIKOWSKI K. Skały magmowe strefy podbeskidzkiej Śląska i Moraw. *Kosmos* 54, 1930.
19. SOBOLEV N. D. O serpentinizacji. *Voprosy mineralogii, geochimii, petrografii*, 1946.

20. SZAJNOCHA W. O zetknięciu się porfiru z wapieniem węglowym koło Dubia w okręgu krakowskim. Rozpr. i Spraw. Wydz. Mat.-przyr. Ak. Um., t. 20, Kraków 1890.
 21. TOMKEIEFF S. On some chloritic minerals associated with the basaltic carboniferous rocks of Derbyshire. Min. Mag. XXI, 1926.
 22. ZUBER R. Skały wybuchowe z okolicy Krzeszowic. Rozpr. i Spraw. Wydz. Mat.-przyr. Ak. Um., t. 15. Kraków 1886.
-