

ZDZISŁAW ŚLIWA

WŁASNOŚCI STRUKTURALNE BAZALTÓW ŚLĄSKA

(Tabl. XXX, XXXI i 6 fig.)

Structures in Silesian basalts

(Pl. XXX, XXXI and 6 Figs.)

WSTĘP

Do badań bazaltów Śląska przystąpiłem w 1954 roku z inicjatywy i pod kierunkiem prof. dra inż. Józefa Z w i e r z y c k i e g o. Od 1960 r. kierownictwa naukowego niniejszej pracy podjął się prof. dr H. T e i s s e y r e, któremu za cenne uwagi składam serdeczne podziękowanie.

1. DOTYCHCZASOWE POGLĄDY NA STRUKTURY DYSJUNKTYWNE¹ BAZALTÓW

Na charakterystyczne struktury skał wylewnych, a szczególnie bazaltów zwracano uwagę już dawno. Zależnie od kierunku badań różnych autorów spotykamy w literaturze geologicznej opisy takich struktur w różnym naświetleniu genetycznym.

Najstarsze są poglądy dotyczące oddzielności słupowej w formach wylewnych. Istnieją liczne hipotezy próbujące wytłumaczyć to zjawisko. Można by je z pewnym przybliżeniem ująć w dwie grupy.

Pierwsza grupa ujmuje najstarsze poglądy reprezentowane przez G. W a t t a (1804), który po przeprowadzeniu doświadczeń (stopienie i ponowne ochłodzenie bazaltu) doszedł do wniosku, że krystalizacja bazaltu rozpoczyna się w rozrzuconych centrach, z których posuwa się promieniście we wszystkich kierunkach, w związku z czym struktura zastygłego bazaltu przyjmuje schemat budowy plastra miodu. Sądził on, że taka krystalizacja może powodować oddzielność słupową zastygłych mas.

Przeciwnikiem poglądów powstawania słupów bazaltu przez stopniową konsolidację lawy posuwającą się od inicjalnych centrów krystalizacyjnych był J. T h o m s o n (1863). Autor ten opracował m. in. kontrakcyjną teorię powstawania słupów bazaltowych. Teoria ta zyskała bardzo wielu zwolenników jak M a l l e t, B o n n e y, I d d y n g s, J a m e s i inni. Ostatnio teoria o kontrakcyjnym powstawaniu słupów była punktem wyjścia do rozważań R. B r i n k m a n n a (1957) nad zagadnieniem kierunku spływu law bazaltu.

M. F. W o c k e (1926) oraz S. I. T o m k e i e f f (1940) wydzielili w bazaltach dwojakiego rodzaju słupy:

¹ Autor proponuje obecnie termin jego zdaniem bardziej właściwy: kontrakcyjne.

a) słupy regularne (autonome Säulen, regular columns),

b) pseudosłupy (heteronome Säulen, pseudocolumns).

W odniesieniu do prawidłowości budowy strukturalnej bazaltów spotykamy w literaturze geologicznej do 1920 r. szereg opisów nie tłumaczących jednakże całokształtu zagadnień genetycznych. Z tego okresu pochodzi również stwierdzenie, że słupy bazaltu tworzą się zawsze prostopadle do powierzchni ostygnięcia.

H. i E. Cloos, H. Scholtz oraz M. Richter opisując wewnętrzną strukturę wystąpień bazaltu zwrócili uwagę na charakterystyczne zmiany struktur dysjunktywnych, jakie zachodzą w bazalcie od kontaktu ze skałami otaczającymi aż do środkowej części wystąpienia bazaltowego. Na podstawie tej regularności W. Klüpfel (1952) wydzielił pięć stref czy też stadiów skrzepnięcia bazaltów spowodowanych stopniowym zastyganiem lawy.

S. Kozłowski (1960) opisując spękania w dajkach porfirowych, andezytowych oraz bazaltowych przychyła się do teorii kontrakcyjnego powstawania słupów oraz spękań. Twierdzi za C. B. Hunttem, że przestrzenne rozmieszczenie spękań jest zależne od rozkładu izoterm w dajkach.

Z dotychczas opublikowanych prac o bazaltach Śląska, jedynie dwie opisują budowę strukturalną niektórych bazaltów. Są to wspomniane wyżej publikacje M. F. Wockego (1926/27) i S. Kozłowskiego (1960). Pozostałe publikacje to opracowania petrograficzne: G. Berg (1915), L. Finckh (1925 i 1926), T. Wojno i Z. Pentlakowa, P. Krusch (1894), geologiczno-petrograficzne: G. Berg (1930), J. Jerzmański (1956), morfologiczne: M. F. Wocke (1927).

II. STRUKTURY DYSJUNKTYWNE W BAZALTACH

Podczas opracowywania bazaltów Śląska zauważono, że struktury dysjunktywne ciał bazaltowych zachowują pewne prawidłowości. Prawidła te zmieniają się jednak wraz z odległością od powierzchni kontaktowych. Aby dokładnie prześledzić sposób zastygnięcia lawy bazaltowej oraz struktury dysjunktywnej, jakie utworzyła ona podczas stygnięcia, zwrócono uwagę przede wszystkim na te wystąpienia, które zostały dobrze odsłonięte i dostarczały możliwie dobrych przekrojów. Takimi wystąpieniami okazały się bazalty, w których założono kamieniołomy.

Śledząc struktury, jakie utworzyła zastygła lawa, od kontaktu bazaltu ze skałą otaczającą i posuwając się ku środkowi wystąpienia bazaltowego, ustalono pewien typowy profil zjawisk dysjunktywnych w bazalcie. Profil ten w zależności od różnych form wystąpienia bazaltu (kominy wulkaniczne, żyły, pokrywy) wykazuje pewną niewielką zmienność.

We wszystkich formach bazaltu możemy jednak w tym profilu wyróżnić zasadnicze dwie partie:

1. Najbardziej zewnętrzną strefę masy bazaltowej, tzw. partię brzeżną.
2. Partię środkową, stanowiącą wewnętrzną część masy bazaltu.

Obydwie te partie różnią się od siebie strukturami dysjunktywnymi bazaltu, jakie powstały podczas zastygnięcia lawy.

1. Partia brzeżna jest częścią masy bazaltu, która powstała pod wpływem stosunkowo gwałtownego i szybkiego ochładzania się lawy. Jest to najbardziej zewnętrzna część wystąpienia bazaltowego. Jej miąż-

szość w poszczególnych bazaltach jest bardzo zmienna. Waha się ona od 0,3 m do kilku metrów. Partia brzeźna układa się równolegle do powierzchni skał, z którymi kontaktuje. Rozciąga się zatem równolegle do powierzchni ochładzania. Stanowi ona jak gdyby płaszcz ochronny następnej wewnętrznej strefy bazaltu. Partia brzeźna bazaltu nie wykazuje żadnej tendencji do tworzenia słupów bazaltowych (szkic 1). W zasadzie można wyróżnić w partiach brzeźnych różnych wystąpień bazaltu dwójakiego rodzaju struktury dysjunktywne:

- a) W jednych wystąpieniach partia brzeźna bazaltu dzieli się na płytki o zmiennej grubości ułożone równolegle do kontaktu ze skałą boczną. Płytki te najczęściej nie przekraczają grubości 10 cm. Cała partia dzieląca się na płytki jest jeszcze dodatkowo spękana szczelinami przebiegającymi prostopadłe do powierzchni skał, z którymi kontaktuje. Na podstawie ułożenia szczelin biegnących prostopadłe do kontaktu ze skałą boczną możemy w partii brzeźnej bazaltu wyróżnić dwie części (fig. 1).
- a_1 Część przykontaktową partii brzeźnej stykającą się bezpośrednio ze skałami bocznymi.
- a_2 Część przyśrodkową partii brzeźnej, położonej w nieco dalszej odległości od skał bocznych.

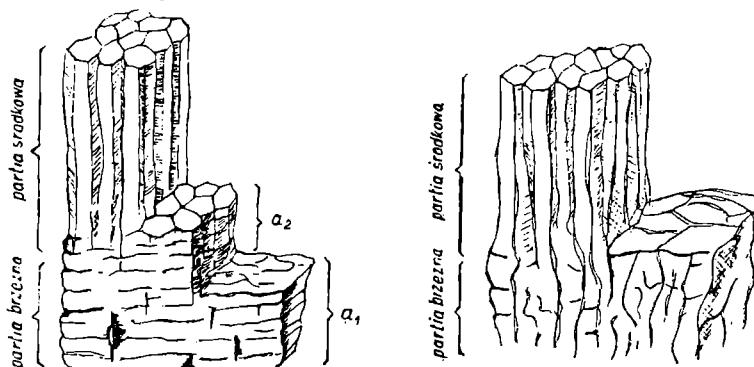


Fig. 1. Typowy profil struktur dysjunktywnych w bazalcie
Fig. 1. Typical profile showing fractures in basalts

W części przykontaktowej oznaczonej symbolem a_1 szczeliny biegnące prostopadłe do kontaktu są często wygięte, dzieląc płytki na nieregularne poligony.

Natomiast w części przyśrodkowej a_2 szczeliny prostopadłe układają się już w sposób regularny, dając zarysy głębiej rozwiniętych słupów bazaltowych.

Część przykontaktowa a_1 przechodzi bez jakiegokolwiek ostrej granicy w drugą przyśrodkową część partii brzeźnej bazaltu a_2 , w której spękania prostopadłe do kontaktu tworzą bardziej regularne zarysy wieloboków.

Miejscami płytki części przyśrodkowej a_2 , tak samo równolegle ułożone do powierzchni kontaktu, są znacznie grubsze niż płytki części przykontaktowej a_1 .

Opisana wyżej partia brzeźna bazaltu jest najbardziej typowo wykształcona w kamieniołomie w Gilowie (tabl. XXX, fig. 1) oraz na drugim poziomie wydobywczym w kamieniołomie w Księginkach (pow. Lubań), gdzie skała bazaltu kontaktuje bezpośrednio z tufami miocenijskimi. Miąższość brzeźnej partii bazaltu w Kamieniołomie w Gilowie na jego ścianie północnej wynosi ca 8 m, natomiast miąższość tej samej partii w kamieniołomie w Księginkach wynosi zaledwie 0,5 m.

- b) Partia brzeźna o strukturach dysjunktywnych bazaltu poznanych

z wystąpień bazaltowych w Księginkach i Gilowie była obserwowana tylko w niektórych bazaltach. W innych natomiast wystąpieniach jest ona wykształcona nieco inaczej. Nie widać w niej „złupkowania” bazaltu opisanego wyżej. Cała brzeźna partia składa się z bazaltu zbudowanego masywnie. Wprawdzie wykazuje on również spękania równoległe do kontaktu, jednak są one bardzo nieregularne, a odległość pomiędzy tymi spękaniem wynosi czasem ponad 50 cm. Bazalt partii brzeźnej tych wystąpień trudno rozłupać młotem na płyty, które by odpadały równoległe do powierzchni kontaktu (powierzchni ochładzania). W ten sposób partia brzeźna posiada charakter jak gdyby jednolitego płaszcza otulającego środkową partię bazaltu (fig. 1, Tabl. XXX, fig. b). Bazalt partii brzeźnej o strukturze masywnej jest również pocięty szczelinami nieregularnie biegnącymi w kierunku prostopadłym do kontaktu ze skałami otaczającymi. Szczeliny te dzielą bazalt na nieregularne bloki. W przyśrodkowej części partii brzeźnej zjawiają się natomiast bloki o zarysach nieregularnych, które w środkowej partii wystąpień bazaltowych przechodzą w słupy nieregularne.

2. Partia środkowa wystąpień bazaltu.

Drugą z kolei partią zaznaczającą się we wszystkich zbadanych wystąpieniach bazaltowych jest partia środkowa, w której występują słupy bazaltowe. Można ją zatem określić jako partię słupów bazaltowych (fig. 1).

Jak wynika z opisów partii brzeźnej bazaltów, przejście do partii środkowej bazaltu opisane w obydwu przedstawionych wyżej przypadkach jest raczej stopniowe, jednak bardzo wyraźne.

W pierwszym przypadku w kamieniołomie Księginek i Gilowa, gdzie partia brzeźna jest wykształcona w postaci płytek, mamy przejście w partię słupową poprzez płytki, których spękania prostopadle do kontaktu posiadają regularny układ cztero-, pięcio- i sześcioboków taki sam, jaki później przyjmują słupy bazaltowe. Przy tym w partii środkowej będą występowały przeważnie słupy regularne, rzadziej natomiast słupy nieregularne.

W przypadku drugim, gdzie bazalt partii brzeźnej jest wykształcony w formie masywnej, słupy przechodzą niespostrzeżenie w partię środkową. Przy tym w partii tej będą występowały przeważnie słupy nieregularne i pseudosłupy.

Znana jest zasada mówiąca o tym, że słupy bazaltowe tworzą się zazwyczaj prostopadle do kierunku ochładzania. W przekroju poprzecznym przyjmują one postać wieloboków. Najczęściej są to słupy cztero-, pięcio- i sześcioboczne. Średnica ich jest różna, w granicach od 0,1 do 2 m. Należy przy tym stwierdzić, że w kominach wulkanicznych wypełnionych bazaltem, w partii środkowej, należącej do jednorazowego wylewu lawy, różnica w grubości poszczególnych słupów nie jest duża. Jeżeli np. partia środkowa posiada słupy o średnicy 70—100 cm, to nie obserwowano, aby w tej samej partii znajdowały się słupy o średnicach znacznie mniejszych np. 10—30 cm. Nieco odmiennie sprawa ta przedstawia się w potokach law (patrz rozdział: „Potoki law bazaltowych”).

Struktura słupów nie jest we wszystkich wystąpieniach bazaltu Śląska jednakowa. Ze względu na ich kształty możemy wyróżnić trojakiemu rodzaju słupy:

a) słupy regularne, b) słupy nieregularne, c) pseudosłupy.

ad a. Słupy regularne posiadają kształty niemal idealnie geometryczne. Tworzą one zwykle w przekroju pięcio- i sześcioboki. Długości po-

szczególnych boków w przekroju poprzecznym słupa nie wykazują wielkich dysproporcji.

Boczne krawędzie słupów regularnych są proste. Spękania w słupach regularnych odznaczają się tym, że przebiegają prawie zawsze prostopadle do dłuższej osi słupa. Powierzchnia przekroju słupa jest zwykle równa, czasem lekko muszlowa. Charakterystyczną cechą słupów regularnych jest to, że podczas rozbijania ich młotami rozpadają się one łatwo zgodnie z kierunkiem spękań. Cały taki słup można lekkimi uderzeniami młota porozbijać na bloczki lub płytki o niewielkiej grubości (fig. 2, tabl. XXX, fig. 3). Rozbicie natomiast pojedynczych bloczków czy płytek, nieraz bardzo cienkich, w kierunku równoległym do dłuższej osi słupa wymaga znacznie większego wysiłku.

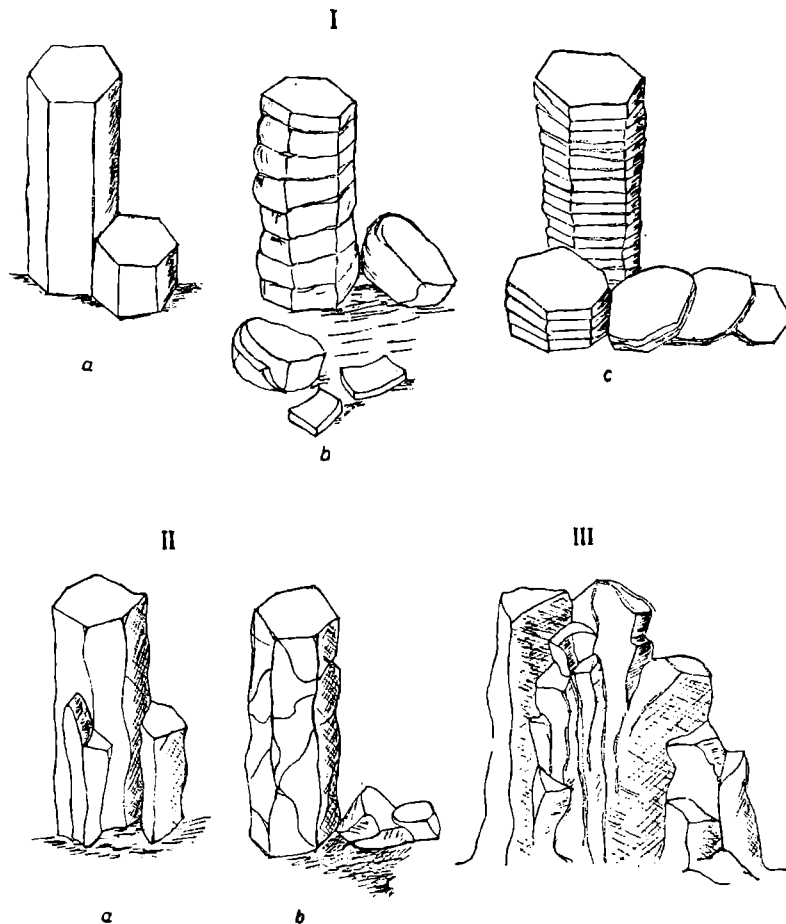


Fig. 2. I — słupy regularne; II — słupy nieregularne; III — pseudosłupy
Fig. 2. I — regular columns; II — irregular columns; III — pseudocolumns

W zależności od tego, czy oddzielność poprzeczna słupów jest gęsto lub też rzadko ustawiona, możemy obserwować dwojaki sposób rozpadania się tych słupów pod wpływem wietrzenia. Jeśli podzielność ta tworzy gęsto ułożony system spękań w odległościach zwykle niżej 10 cm, wówczas słup rozpada się na cienkie równoległe tabliczki (tabl. XXXI, fig. 5).

Jeśli odległości między spękaniami są znacznie większe od 10 cm (tabl. XXX, fig. 4), poszczególne kawałki słupa wietrzeją w sposób kulisty.

ad b. Słupy nieregularne (fig. 2) posiadają mniej prawidłową budowę w stosunku do słupów scharakteryzowanych powyżej. Spękania w słupach

nieregularnych odznaczają się przede wszystkim nierówną falistą powierzchnią na przekroju poprzecznym słupa. Powierzchnie poprzeczne rzadko kiedy nachylają się prostopadle do dłuższej osi słupa. Zwykle są one ustawione pod różnymi kątami.

Słupy nieregularne wytwarzają z reguły podczas wietrzenia formy kuliste, tak pospolicie spotykane w bazaltach. Centralne partie brył powstających przez wietrzenie kuliste słupa rzadko występują wzdłuż jego osi. Ich ułożenie jest zależne od przebiegu nieregularnych spękań i nie wykazuje prawidłowości, którą obserwuje się w słupach regularnych. Często środkowe partie kul, na które rozsypuje się bazalt, leżą blisko ścian bocznych słupa. Nieregularność w rozmieszczeniu poszczególnych centrów w słupie powoduje spękania nieregularne, a zatem i nieregularny cios.

ad. c. Pseudosłupy (fig. 2) nie posiadają nawet takich przybliżonych prawidłowości jak słupy nieregularne. Są to zwykle słupy o dużej średnicy dochodzącej nieraz do 2 metrów. Krawędzie przekrojów poprzecznych wykazują zwykle bardzo duże dysproporcje w wielkości. Boczne krawędzie i powierzchnie pseudosłupów są jeszcze bardziej nierówne niż w przypadku słupów nieregularnych. Częstokroć pseudosłupy o dużych średnicach wykazują liczne załamania krawędzi robiąc wrażenie raczej różnokształtnych bloków (tabl. XXXI, fig. 6).

3. Inne struktury dysjunktywne bazaltu

Poza strukturami dysjunktywnymi, jakie obserwujemy w brzeźnej oraz środkowej partii wystąpień bazaltowych, spotyka się często bazalty rozpadające się na drobne soczewki, pryzmy i bryły o przekroju trapezów oraz nieregularnych wieloboków, w różny sposób powyginanych (fig. 3). Struktury te występują zwykle w środkowych częściach żył bazaltowych. Czasem można je spotkać również w centralnych partiach kominów wulkanicznych. Biorąc pod uwagę miejsce ich pojawiania się można wnosić, że wytworzyły się one w środowiskach bardzo ruchliwych i niespokojnych. Wśród tych struktur możemy wyróżnić dwie grupy z uwagi na ich sposób wietrzenia. Pierwsza grupa reprezentuje struktury, które podczas wietrzenia dają formy kuliste. Do niej należy zaliczyć bazalty rozpadające się na soczewki oraz bryły ograniczone mniej lub więcej wypukłymi lub wklęsłymi wielobokami (przeważnie chodzi tu o powierzchnie trój- i czteroboczne, fig. 3 a i b). Te nieregularne bryły łuszczą się często skorupowo pod uderzeniem młotka.

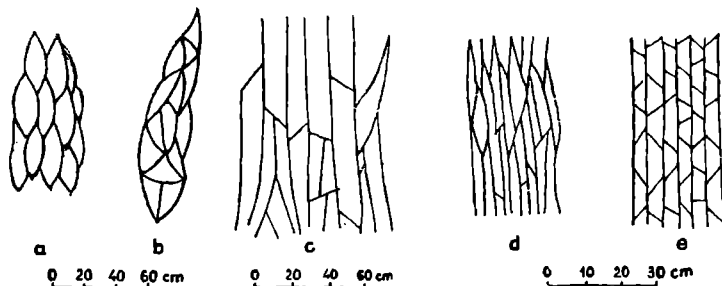


Fig. 3. Inne struktury dysjunktywne bazaltu: a — soczewki bazaltu; b — wklęsłe i wypukłe wieloboki bazaltu; c — miecze bazaltu; d — listwy; e — trapezy bazaltu
 Fig. 3. Other fracture structures in basalts: a — basalt lenses; b — basalt polygons with concave and convex faces; c — basalt blades; d — basalt flags; e — basalt trapezoids

Drugą grupę reprezentują bazalty dzielące się na kliny, silnie wydłużone listwy, bryły o przekroju trapezów lub podobne. Są to zwykle

formy ostro zakończone z dwu lub trzech stron o powierzchniach gładkich i równych. Podczas rozbijania struktury te łatwo pękają rozpadając się na mniejsze kawałki również wzdłuż równych powierzchni (fig. 3 c, d, e).

III. FORMY WYSTĄPIEŃ BAZALTU

Po przeprowadzeniu badań nad bazaltami Śląska można było ustalić następujące typy wystąpień, w jakich zastygła lawa wydobywając się na powierzchnię lub stygnąc bezpośrednio pod powierzchnią ziemi:

- A. Kominy wulkaniczne wypełnione lawą,
- B. Różnego typu żyły,
- C. Potoki law bazaltowych.

Większość wyszczególnionych typów bazaltów Śląska występuje zupełnie oddzielnie i niezależnie od typów pozostałych. Istnieją jednak pewne wystąpienia bazaltu, które tworzą połączenia różnych typów. I tak: w Paszowicach, pow. Jawor, oraz w Leśnej, pow. Lubań, występuje obok komina wulkanicznego potok bazaltu.

A. Kominy wulkaniczne wypełnione lawą

Większość wystąpień bazaltów na Śląsku to kominy wulkaniczne wypełnione lawą. Wśród nich można wyróżnić dwa różne typy. W typie pierwszym zaznaczyło się stopniowe zwięzanie światła komina wulkanicznego, dzięki krzepnięciu lawy z kolejno następujących po sobie faz erupcyjnych. W drugim natomiast widoczne jest tylko jednorazowe wypełnienie komina wulkanicznego lawą bazaltową.

W związku z powyższym wyróżniamy:

1. Kominy wulkaniczne z wielokrotnym wypełnieniem i zaznaczonymi kolejnymi fazami wpływu lawy,
2. Kominy wulkaniczne z pojedynczym wypełnieniem lawą bazaltową.

1. Kominy wulkaniczne z większą ilością faz efuzywnych.

Typowym przykładem kominów wulkanicznych o dużej ilości faz efuzywnych i wyraźnie zaznaczonymi kolejnymi fazami wypełnienia jest Wilcza Góra.

Wilcza Góra koło Złotoryi

W wystąpieniu tym zaznacza się kilka okresów działalności wulkanu. W pierwszym etapie działalności wulkanicznej doszło do potężnych wybuchów gazów, które przebiły kanał i utworowały drogę późniejszej erupcji lawy bazaltowej. Ten pierwszy okres zaznaczył się działalnością eksplozywną wulkanu. Produktami działalności wulkanicznej tego okresu są brekcje skał otaczających Wilczą Górę pomieszane z mocno zwietrzalymi blokami bazaltu oraz tufami bazaltowymi (materiałami pyroklastycznymi). Niestety produkty fazy eksplozywnej nie są dobrze odsłonięte.

Po fazie eksplozywnej miały miejsce wylewy law bazaltowych. Nastąpił szereg faz efuzywnych. Pierwsza faza efuzywna utrwaliła się słupami należącymi do tzw. zewnętrznej strefy. Słupy bazaltowe tej strefy widoczne są dziś w brzeżnej partii komina wulkanicznego (fig. 4). Są one nachylone od osi wulkanu pod kątami ca 30°. Po wykształceniu się pierwszej strefy słupów bazaltowych średnica (światło) komina wulkanicznego uległa pewnemu zmniejszeniu, a w części wierzchołkowej krateru utworzyła się terasa (platforma) lawowa.

Pomiędzy pierwszą a drugą fazą efuzywną nastąpiła przerwa w wylewach law. Okres ten zaznaczył się w zewnętrznej strefie słupów bazaltowych zanikiem budowy słupowej w części sąsiadującej z światłem komina.

Świadkiem drugiej fazy efuzywnej jest bazalt wypełniający komin w bardziej wewnętrznej partii. Wiązki słupów są różnie skierowane względem osi komina wulkanicznego. W wielu wypadkach słupy te układają się prawie poziomo. Również średnica tych słupów jest znacznie mniejsza (9—20 cm) niż słupów pierwszej erupcji. Są to słupy nieregularne podobnie jak w okrywie zewnętrznej komina.

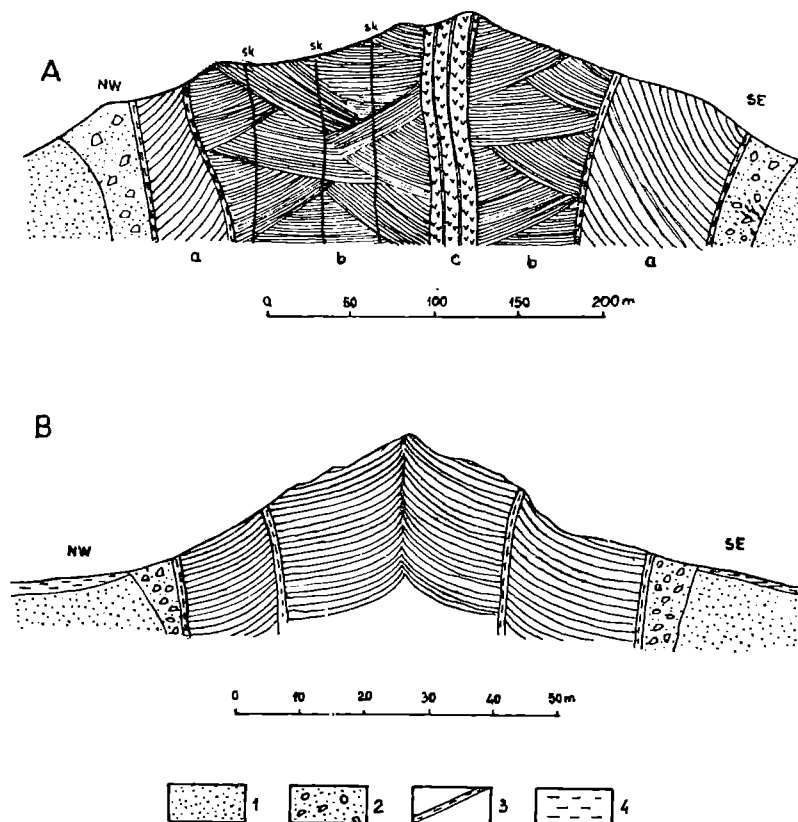


Fig. 4. Przekroje przez kominy wulkaniczne: A — Wilcza Góra koło Złotoryi; B — góra Świętek w Rochowie. 1 — piaskowce; 2 — materiał pyroklastyczny; 3 — partia brzeżna bazaltu I i II fazy efuzywnej; 4 — zwierzelina; a — partia środkowa I fazy efuzywnej; b — partia środkowa drugiej fazy efuzywnej; c — partia centralna komina wulkanicznego; sk — szczeliny kontrakcyjne

Fig. 4. Sections through volcanic vents: A — „Wilcza Góra”, near Złotoryja; B — Góra Świętek, Rochów. 1 — sandstones; 2 — pyroclastic material; 3 — peripheral zone of basalt: first and second effusive phases; 4 — material derived by weathering; a — central part recording first effusive phase; b — central part from second effusive phase; c — central zone of volcanic vent; sk — fissures arising from contraction

Charakterystyczną cechą słupów drugiej fazy efuzywnej jest występowanie w nich licznych szczelin kontrakcyjnych. Zapadają one z niewielkimi odchyleniami zazwyczaj pionowo. Bieg tych szczelin jest zmienny.

Światło komina wulkanicznego uległo bardzo dużemu zwięźeniu po zastąpieniu lawy drugiej fazy. Następna działalność omawianego wulkanu ograniczyła się do produktów sypkich, po czym jego aktywność weszła zapewne w okres schyłkowy. Dla trzeciego z kolei wypełnienia komina lawą charakterystyczny jest bazalt masywny, silnie splekany drobnymi

nieregularnie przebiegającymi szczelinami. Miejscami w sieci spękań spotyka się bazalt masywny tworzący bloki o 30 cm średnicy. Ponadto dostrzegamy trzy pionowe zapadające szczeliny o przeciętnej szerokości 25 cm. Materiał wypełniający te szczeliny składa się z bazaltu mocno chemicznie rozłożonego, wykazując barwę jasną, szarą lub żółtą. Powyższymi szczelinami uchodziły zapewne gazy powulkaniczne, które oddziałując na zakrzepły już bazalt rozłożyły go.

Dalszym przykładem tego typu kominów wulkanicznych jest góra Świątek na N od Rochowa w pow. Złotoryja.

Góra Świątek w Rochowie

Na górze Świątek (fig. 4) stanowiącej wypełniony lawą komin wulkaniczny, występuje w brzeżnej partii tego komina strefa materiału pyroklastycznego, szczególnie dobrze odsłonięta po SW stronie tej góry. I tutaj faza eksplozywna wyprzedziła fazy efuzywne. Od strefy materiału pyroklastycznego w kierunku centralnej partii komina wulkanicznego występuje bazalt pierwszej fazy efuzywnej tego wulkanu, ułożony w system słupów. Sekwencja zjawisk dysjunktywnych jest tu normalna. W partii brzeżnej bazalt jest masywny. Wykazuje spękania nieregularnie przebiegające tak równoległe, jak i prostopadle do kontaktu z materiałami pyroklastycznymi. Grubość partii brzeżnej bazaltu wynosi około 40 cm. Słupy bazaltowe pierwszej fazy efuzywnej układają się koncentrycznie dookoła wystąpienia i zapadają pod kątami 35—45 stopni, peryklinalnie od przewodu kominowego. Średnica tych nieregularnych słupów wynosi od 35—50 cm. Po pierwszej fazie efuzywnej i utworzeniu się pierwszej zewnętrznej strefy słupów bazaltowych, nastąpiła przerwa w wydobywaniu się lawy.

Druga faza erupcji zaznaczyła się obtopieniem części słupów bazaltu graniczących ze światłem komina wulkanicznego, a następnie wypełnieniem go przez młodszą lawę bazaltową, która, podobnie jak na Wilczej Górze, posiada silnie zredukowaną partię brzeżną. Grubość omawianej partii brzeżnej jest bardzo mała, od kilku do kilkunastu centymetrów. Miejscami partii brzeżnej w ogóle brak. W tym wypadku słupy drugiej erupcji przylegają bezpośrednio do obtopionych słupów fazy pierwszej.

Słupy bazaltowe drugiej fazy efuzywnej są nachylone pod znacznie mniejszymi kątami (10—35°) ku brzegom komina wulkanicznego niż słupy strefy zewnętrznej. Różnica w grubości słupów obydwu faz nie jest widoczna.

O ile na Wilczej Górze centralna partia komina wulkanicznego ma zarys cylindryczny i składa się z nieregularnie spękanego bazaltu, o tyle na górze Świątek część centralną reprezentuje wąska prostolinijna szczelina, od której słupy promieniują na wszystkie strony, lekko się nachylając. Szczelina ta ma przebieg NW — SE. W pobliżu niej wszystkie słupy bazaltowe wyginają się ku górze i dają układ pionowy.

2. Komin y wulkaniczne z zaznaczoną jedną fazą efuzywną.

Przedstawicielami kominów wulkanicznych, które wykazują tylko jednorazowe wypełnienie i zakrzepnięcie wewnątrz komina lawy bazaltowej, są:

- a) Czartowska Skala koło wsi Pomocne w pow. Jawor,
- b) Szwedzkie Szańce koło Łądka Zdroju.

Ułożenie słupów bazaltowych w tych kominach wulkanicznych jest nieco odmienne od poprzednio omówionych. Wśród zbadanych przykładów napotkano dwa różne typy ułożenia słupów bazaltowych. Wiąże się ono ściśle z wielkością średnicy komina wulkanicznego.

W kominach wulkanicznych o średnicach do 150 m (Czartowska Skała), słupy bazaltowe są ułożone stożkowo dookoła centralnej partii komina wulkanicznego. Natomiast w kominach wulkanicznych powyżej 150 m, stożkowe ułożenie słupów występuje jedynie w częściach brzeżnych przewodu kominowego. W środkowej części komina wulkanicznego słupy układają się pionowo. Przykładem tego typu kominów jest wystąpienie Szwedzkie Szańce koło Łądka Zdroju.

ad a. Czartowska Skała koło wsi Pomocne

W kominie wulkanicznym Czartowska Skała w pobliżu kontaktu bazaltu ze skałami otaczającymi występuje strefa materiałów pyroklastycznych. Niestety strefa ta nie jest dobrze odsłonięta. Jedynie w E części wystąpienia znajduje się partia materiału szerokości 30 cm o charakterze pyroklastycznym. Pozostałe odkrywki dookoła tego wystąpienia odsłaniają strefy słupów bazaltowych. Są to słupy nieregularne o przekroju od 20—32 cm.

Słupy bazaltowe na Czartowskiej Skale układają się okółkowo dookoła partii centralnej (fig. 5, tabl. XXXI, fig. 7). Są one wszystkie nachylone pod kątami od 40—65 stopni, wznosząc się w kierunku partii centralnej wystąpienia.

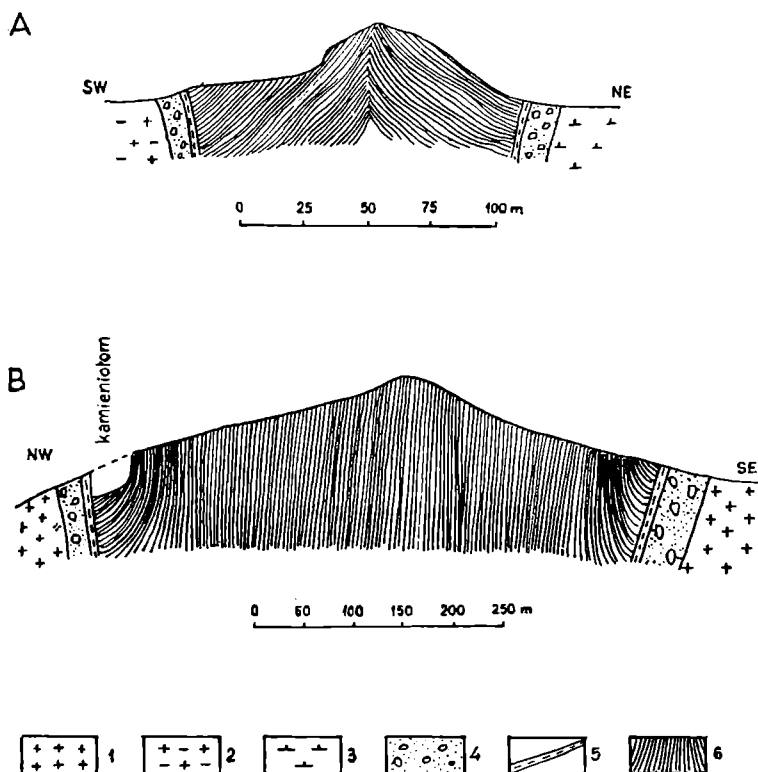


Fig. 5. Przekroje przez komin wulkaniczne: A — „Czartowska Skała” koło wsi Pomocne; B — „Szwedzkie Szańce” na SE od Lutyni; 1 — łupki łuszczykowe; 2 — zieleńce; 3 — łupki kwarcytowo-serycytowe; 4 — materiał pyroklastyczny; 5 — partia brzeżna bazaltu; 6 — partia słupów bazaltowych

Fig. 5. Sections through volcanic vents: A — „Czartowska Skała”, near Pomocna village; B — „Szwedzkie Szańce” SE. of Lutynia; 1 — muscovite schists; 2 — greenstones; 3 — quartz sericite schists; 4 — pyroclastic material; 5 — peripheral zone of basalt; 6 — zone of basalt columns

Partię centralną komina wulkanicznego znaczy miejsce zbiegania się stożkowo ułożonych słupów.

ad b. Wystąpienie bazaltu Szwedzkie Szańce na SE od Lutyni

Przykładem drugiego typu kominów wulkanicznych o średnicach powyżej 150 m, w których zaznaczyło się tylko jednorazowe wypełnienie i zakrzepnięcie lawy bazaltowej, jest wystąpienie Szwedzkie Szańce koło Lutyni. Posiada ono kształt mniej więcej okrągły. Jego średnica wynosi około 300 m.

W wystąpieniu tym od strony północno-zachodniej został założony kamieniołom. Dzięki eksploatacji bazaltu uzyskano możliwie dobry przekrój od zewnętrznej partii w głąb wystąpienia. W przekroju przez zachodnią część bazaltu z Szwedzkich Szańców można wyróżnić następujące skały (fig. 5):

Od strony kontaktu z łupkami łyszczykowymi znajduje się strefa składająca się z materiału pyroklastycznego. Są to przeważnie różnej wielkości bloki bazaltowe, mocno zwietrzałe które tkwią w tufie bazaltowym. Oprócz bloków bazaltowych, spotyka się w tej strefie również druzgot skał występujących w podłożu. Cała ta strefa jest mocno zwietrzała chemicznie. Miąższość jej w przekopie kamieniołomu wynosi około 14 m. Strefa materiału pyroklastycznego powstała na skutek eksplozji gazów wulkanicznych, które poprzedzały wylewy lawy. Do strefy pyroklastycznej przylega brzeżna lita partia bazaltu, pocięta nieregularnie przebiegającymi spękaniem. Miąższość jej jest niewielka. Dochodzi ona miejscami do 1 m. Bazalt partii brzeżnej jest w niektórych miejscach mocno chemicznie zwietrzały, podobnie jak strefa materiałów pyroklastycznych. Do partii brzeżnej przylega bazalt dzielący się na nieregularne słupy. Stanowią one środkową część wystąpienia. Średnice słupów w tej partii dochodzą do 70 cm. Są to słupy nieregularne. Słupy bazaltowe „wyrastając” z brzeżnej partii wystąpienia bazaltowego, są ustawione początkowo prawie poziomo, tj. prostopadle do kontaktu wystąpienia bazaltowego ze skałą otaczającą. Ku środkowi komina wulkanicznego odchylają się one ku górze. W dalszej odległości od kontaktu słupy te ustawiają się pionowo (tabl. XXXI, fig. 8). To pionowe ustawienie słupów przechodzi przez całe wystąpienie.

3. Niektóre charakterystyczne cechy kominów wulkanicznych wypełnionych bazaltem

Kominy wulkaniczne na Śląsku występują przeważnie na uskokach lub też w pobliżu dyslokacji tektonicznych. Należy zatem przyjąć, że magma znajdująca się w ogniskach magmowych, podczas wydobywania się na powierzchnię ziemi wykorzystywała zluźnienia podłoża powstałe na skutek ruchów tektonicznych wcześniejszych faz górotwórczych. Ustawione wzdłuż dyslokacji kominy wulkaniczne wykazują w przekroju poziomym kształt elipsy. Przy czym dłuższa oś elipsy jest zawsze zgodna z kierunkiem dyslokacji. Zjawisko to obserwowano już uprzednio w bazaltach występujących nad Renem (Burre O. i Hoffmann A., 1928).

W kominach wulkanicznych, w których prowadzono roboty górnicze, natrafiono zawsze w tych partiach brzeżnych na strefę materiału pyroklastycznego leżącego pomiędzy skałą otaczającą a litym bazaltem.

Strefa pyroklastyczna składa się zwykle z drobnego materiału tufowego, w którym tkwią różnych rozmiarów bloki bazaltu, porwaki skał głębszego podłoża oraz druzgot skał, z którymi dane wystąpienie kon-

taktuje. Istnienie powyższej strefy dochodzącej miejscami do kilkunastu metrów wskazuje na to, że erupcje lawy bazaltowej były poprzedzane silnymi wybuchami gazów wulkanicznych, które torowały drogę lawie bazaltowej.

Zależnie od tego, jak wielka była siła wstępnych eksplozji, powstawały na powierzchni ziemi kratery różnie uformowane. Posiadamy zatem wystąpienia, których wylot komina wulkanicznego tworzy nieregularny lej. W innych wypadkach zaznacza się asymetria w formie wyraźnego ścięcia części ściany krateru, np. bazalt w Gilowie koło Niemczy, „Góra Łysanka” koło Kondratowa, bazalt w Pielgrzymce koło Złotoryi i inne.

Poza wyżej wymienionymi znamy kominy wulkaniczne, których ściany krateru zapadają pod bardzo stromymi kątami, wynoszącymi prawie 90° , np. wystąpienie bazaltu na N od Złotoryi, w Olszynie Lubańskiej, w Jałowcu koło Lubania i szereg innych. Należy przypuszczać, że kominy wulkaniczne o kształcie leja powstały dzięki silnym wybuchom gazów podczas pierwszych faz eksplozywnych, które rozerwały i odrzuciły cały materiał skalny leżący w miejscu wybuchu.

B. Żyły bazaltu

Odmienną od kominów wulkanicznych formą zastygłej lawy bazaltu są żyły. Przebieg większości żył bazaltu na zbadanym obszarze jest bardzo nieregularny. Wykazują one wygięcia oraz ostre załamania posiadając różny stosunek do okalających skał w różnych ich odcinkach. Są one zatem zgodne lub niezgodne w stosunku do biegu i upadu warstw. Kiedy indziej w całości przebiegają one niezgodnie względem skał ościennych. Takie właśnie żyły spotykamy najczęściej na Dolnym Śląsku.

Żyły biegnące konkordantnie (przynajmniej na pewnym odcinku biegu), spotyka się przeważnie na obszarze niecki północno-sudeckiej. Zostały one odsłonięte i rozpoznane za pomocą robót górniczych, prowadzonych w kopalni „Lena” w Wilkowie Złotoryjskim. Niektóre z tych iniekcji bazaltowych nie dotarły do powierzchni ziemi.

Żyły bazaltowe wykazują na ogół zmienne grubości, co należy wiązać ze zmiennymi szerokościami często nieregularnych szczelin. W związku z tym poprzeczne przekroje żył bazaltu wykazują na powierzchni ziemi różne kształty, od okrągłych poprzez owalne aż do silnie wydłużonych. Dłuższe osie owych przekrojów przyjmują zawsze kierunek tych spękań skalnych, które były najmniej ściśnięte, a zatem stawiały najmniejszy opór intrudującej magmie.

Wśród żył bazaltowych Śląska znajdują się takie, które nie występują samodzielnie, ale łączą się z sąsiednią powierzchniową płytą bazaltu. W takich wypadkach bezpośrednio miejsce erupcji jest dostępne do badań jedynie wówczas, gdy zostało ono odsłonięte robotami eksploatacyjnymi.

Często na powierzchni ziemi bezpośrednio miejsce wydobywania lawy zaznacza się jako wyniosłość wznosząca się ponad płytę bazaltu, którą zakończone są utwory żyłowe. Ma to miejsce jednakże tylko wówczas, gdy żyła doprowadzająca lawę przebiła stosunkowo równą powierzchnię ziemi lub gdy miejsce wylewu lawy leżało na wyniosłości.

Na podstawie przeprowadzonych badań nad żyłami bazaltowymi Dolnego Śląska oraz sposobu ich występowania można dokonać następującego podziału tych utworów:

1. Żyły bazaltu, które na pewno nigdy nie docierały do powierzchni ziemi. Zostały one rozpoznane dopiero dzięki robotom górniczym prowadzonym w kopalniach wglębnych.

2. Żyły bazaltu, których pierwotna komunikacja z powierzchnią ziemi jest niepewna. Dziś występują one na powierzchni lub znajdują się pod cienką pokrywą zwietrzliny bądź osadów dyluwialnych. Prawdopodobnie niektóre z tych żył nie miały połączenia w trzeciorzędzie do powierzchni ziemi i zostały odsłonięte dopiero później na skutek denudacji terenu.

3. Żyły bazaltu, które na pewno komunikowały w trzeciorzędzie z powierzchnią ziemi i są zakończone płytami bazaltowymi. Wśród tego rodzaju żył można wyróżnić utwory znajdujące się pod płytami bazaltowymi lub komunikujące z nimi w terenach przyległych.

1. Profil typowy struktur dysjunktywnych bazaltu w żyłach

W żyłach bazaltu podobnie jak w wypełnionych lawą kominach wulkanicznych oraz płytach bazaltu można prześledzić pewien typowy profil struktur dysjunktywnych. W profilu tym (przekroju poprzecznym żyły bazaltu) możemy wyróżnić trzy zasadnicze strefy:

- 1) Partia brzeżna żyły bazaltu,
- 2) Strefa słupów bazaltowych (jest to strefa pośrednia pomiędzy partią brzeżną a strefą środkową żyły),
- 3) Strefę środkową żyły bazaltu.

Powyższe trzy strefy w żyłach różnią się między sobą wykształceniem struktur dysjunktywnych.

Partia brzeżna żyły kontaktuje bezpośrednio ze skałami osłony. Jest ona wykształcona w postaci ławic łupiących się równolegle do płaszczyzny kontaktowej. Poza tym występują tu liczne spękania ustawione prostopadle do kontaktu, a tym samym prostopadle do rozciągłości i złupkowania partii brzeżnej. Na skutek tych spękań bazalt partii brzeżnej dzieli się na nieregularne bloki różnych rozmiarów. Partia brzeżna żyły bazaltu powstała pod wpływem bardzo szybkiego ochładzania lawy.

Druga z kolei głębsza strefa odznacza się oddzielną słupową. Zajmuje ona miejsce pośrednie pomiędzy partią brzeżną a środkową częścią żyły. Strefa druga składa się ze słupów nieregularnych lub pseudosłupów. Są one ustawione prostopadle do kontaktów żyły. Średnica słupów nie przekracza zwykle 30 cm. Oddzielność bazaltu wskazuje na znacznie wolniejszą krystalizację lawy niż w strefie brzeżnej.

Strefa środkowa żyły wykazuje bazalt wykształcony najczęściej w postaci drobnych nieregularnych soczew lub różnokształtnych brył o ścianach mniej lub więcej wypukłych.

W przekroju bryły te wykazują kształt wieloboków. Kiedy indziej przypominają one kliny, pryzmy ułożone w różnych kierunkach.

Środkowa część żyły ostygła najwolniej. Tutaj nakładały się na siebie naprężenia wywołane kurczeniem się krzepnącej lawy oraz naprężenia wywołane naciskiem idącym od mas ognisto-płynnych, posuwających się w głębszej części systemu żyłowego. Stress wypadkowy uwidocznił się w nieregularnych spękaniach bazaltu.

Przedstawiony profil jest typowy tylko dla żył grubych. Bazalt w żyłach o małych rozmiarach, nie przekraczających 3 m, wykazuje zazwyczaj wykształcenie analogiczne do brzeżnej partii profilu typowego dla żył grubych. Jest on masywny, nie wykazuje żadnych tendencji do two-

rzenia słupów. Obserwujemy tu najczęściej silne spękanie ustawione prostopadle do biegu żyły.

Typowym przykładem jest żyła o średnicy około 1,2 m występująca w gnejsach rumburskich na SE od Zawidowa.

W żyłach bazaltu o średnicach większych od 3 m możemy czasem obserwować zredukowany profil typowy struktur dysjunktywnych, charakterystyczny dla żył grubych. Niektóre żyły znajdujące się wśród gnejsów izerskich, jak żyły bazaltu obok zapory wodnej w Złotnikach Lubańskich lub żyła występująca wśród staropaleozoicznych łupków w Uniegoszczy koło Lubania, posiadają tylko dwie strefy — mianowicie: 1. partię brzeżną, 2. strefę słupów bazaltowych. W tych wystąpieniach brak, z profilu typowego struktur dysjunktywnych bazaltu, strefy środkowej żyły. Należy przyjąć, że do wykształcenia się strefy środkowej w tych żyłach nie doszło z uwagi na zanik ruchów i nacisków lawy podczas jej końcowej fazy krystalizacji.

Innym przykładem niepełnego profilu typowego struktur dysjunktywnych bazaltu są żyły, w których brak całkowicie lub tylko miejscami partii brzeżnej. Tego rodzaju żyły występują najczęściej wśród skał osadowych jak piaskowce lub skały węglanowe. Skały te podczas intruzji lawy uległy szybkiemu nagraniu. Z uwagi na dużą porowatość oraz złe przewodnictwo cieplne utrata energii cieplnej lawy zachodziła powoli. Tym samym ochładzanie lawy bazaltowej odbywało się stopniowo. W takich warunkach doszło do wykształcenia się słupów bazaltowych bezpośrednio przy samym kontakcie law ze skałami osłony.

C. Potoki law bazaltowych

Jako potoki law bazaltu uważa się wszystkie wystąpienia, które powstały przez zakrzepnięcie lawy na powierzchni ziemi. Są to zatem wystąpienia bazaltu, które znajdują się w pewnej odległości od miejsca erupcyjnego lawy.

Z szeregu odsłoneń naturalnych oraz wyrobisk górniczych założonych w potokach bazaltu wynika, że typowy profil struktur dysjunktywnych można tu podzielić na dwie zasadnicze strefy, podobnie jak w żyłach i kominach wulkanicznych. Są to: 1. strefa brzeżna i 2. strefa wewnętrzna (strefa słupów bazaltowych).

Układ struktur dysjunktywnych poszczególnych stref w potokach bazaltu jest jednakże nieco różny od wykształcenia analogicznych stref w kominach i żyłach wulkanicznych, co wiązać należy z odmiennymi warunkami stygnięcia.

Ochładzanie się lawy potoków bazaltu posuwało się zarówno od podłoża, jak również od strony powierzchni, gdzie lawa stykała się bezpośrednio z atmosferą. Obie partie brzeżne, górna i dolna (stropowa i spągowa), wykazują różnice w wykształceniu struktur dysjunktywnych (fig. 6).

Partia brzeżna stropowej części potoka, stykająca się z atmosferą, jest zazwyczaj nieco grubsza od partii spągowej. Wiąże się to niewątpliwie z szybszym ochłodzeniem lawy. Partia ta jest najczęściej wykształcona masywnie z licznymi nieregularnie przebiegającymi spękaniem. Rzadko spotyka się w tej partii płytkowe wykształcenie bazaltu. Poza tym w najwyższej górnej części partii stropowej występuje często żużel bazaltowy, z dużą ilością pęcherzyków gazu (płyta bazaltu koło Jawora). W przeważającej liczbie potoków została ona zerodowana.

Partia brzeżna spągowej części potoka bazaltu powstała pod wpływem ochłodzenia idącego od skał bocznych. Jest ona w przeciwieństwie do stropowej partii brzeżnej znacznie cieńsza. Wiąże się to z powolniejszym ochładzaniem lawy, a tym samym z większą możliwością tworzenia się słupów bazaltu.

Strefa wewnętrzna potoka bazaltu jest zbudowana ze słupów bazaltowych analogicznie do strefy wewnętrznej występującej w kominach wulkanicznych. Średnice słupów strefy wewnętrznej nie są w całym wystąpieniu jednakowe. W pobliżu partii brzeżnej są one zazwyczaj większe aniżeli w środkowej części strefy wewnętrznej. Z łatwością można prześledzić, że słupy w pobliżu partii brzeżnej początkowo grube, ulegają ku środkowi wystąpienia rozdwojeniu i ścienieniu. Po prostu z jednego grubego słupa bazaltu wyrastają dwa, a nawet trzy zupełnie odrębne słupy.

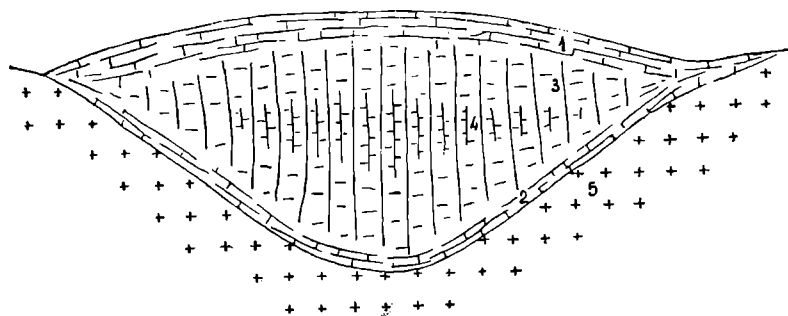


Fig. 6. Typowy profil struktur dysjunktywnych w potokach i pokrywach bazaltu: 1 — partia brzeżna górnej części pokrywy bazaltu; 2 — partia brzeżna dolnej części pokrywy bazaltu; 3 — strefa wewnętrzna bazaltu (słupów bazaltowych); 4 — środkowa część strefy wewnętrznej bazaltu; 5 — podłoże pokrywy bazaltu

Fig. 6. Typical profile showing fractures in flows and covers of basalt: 1 — upper peripheral part of basalt cover; 2 — lower peripheral part of basalt cover; 3 — inner zone of basalt (columnar basalt); 4 — central part of inner basalt zone; 5 — substratum of basalt cover

W jednych potokach rozdwojenie słupów bazaltowych przechodzi stopniowo ku środkowi wystąpienia. Nie sposób w tych potokach wyznaczyć ostrej granicy tego przejścia (kamieniołom w Lubaniu na Kamiennej Górze). W innych natomiast wystąpieniach przejście to jest bardzo wyraźne (Leśna koło Lubania). Przechodzenie słupów bazaltu o większych średnicach, występujących w pobliżu partii brzeżnej, w słupy bazaltu o średnicach mniejszych w samym środku potoku bazaltu należy wiązać z powolniejszym ochładzaniem lawy w centralnej części wystąpienia.

Przy obserwacji poszczególnych potoków law bazaltu na Śląsku uderza daleko idące różnicowanie wykształcenia strefy wewnętrznej, tj. strefy słupów bazaltowych, zależnie od odległości danego wystąpienia od miejsca erupcji.

W potokach występujących niedaleko miejsca erupcji law partia wewnętrzna bazaltu jest wykształcona w postaci słupów regularnych i nieregularnych (Leśna). Natomiast w wystąpieniach bazaltu bardziej oddalonych od miejsca erupcji, do których lawa przebyła dłuższą drogę, wewnętrzna strefa bazaltu jest wykształcona przeważnie w postaci pseudo-słupów, rzadziej słupów nieregularnych.

WYKAZ LITERATURY
REFERENCES

- Berg G. (1930), Die niederschlesischen Basaltvorkommen. *S. B. Preuss. geol. Landesanst.*, H. 5, Berlin.
- Berg G. (1935), Geologische Karte von Preussen. Erläuterungen zu Blatt Lauban. Berlin.
- Berg G. (1935), Geologische Karte von Preussen. Erläuterungen zu Blatt Marklissa. Berlin.
- Finckh L. (1926), Die Basalte der Umgegend von Nimptsch. *Mitt. Abt. Gesteins- u. Salzuntersuch.*, H. 1, Berlin.
- Finckh L. (1925), Zur Frage der Altersstellung der Landecker Basalte. *Z. geol. Ges.*
- Jerzmański J. (1956), Bazalty w okolicy Jawora na Dolnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.* 106, Warszawa.
- Klüpfel W. (1952), Die Basaltgeologie. *Z. Dtsch. Geol. Ges.* Bd. 104.
- Kozłowski S. (1960), Cios termiczny w dajkach. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 30, Kraków.
- Krusch P. (1894), Beitrag zur Kenntniss der Basalte zwischen der Lausitzer Neisse und dem Queiss. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst. und Bergakademie zu Berlin.* Bd. 15.
- Thomson J. (1863), On the origin of the jointed prismatic structure in basalts and other igneous rocks. *Rept. Brit. Ass. Adv. Sc.*, 33 d, Meeting Newcastle.
- Tomkeieff S. J. (1940), The basalt lavas of the Giant's Causeway district of Northern Ireland. *Bull. Volc.* 2, 6, 89.
- Wat G. (1804), Observations on basalt and the transition from vitreous to the stony texture. *Phil. trans. Roy. Soc.* London.
- Wocke M. F. (1926), Untersuchung über den Bau schlesischer Basaltvulkane. *Z. Vulkanol.* 10, 27.
- Wocke M. F. (1926/27), Der Basalt in der schlesischen Landschaft. *Veröff. Schles. Ges. Erdk.*, H. 5, Breslau.
- Wojno T., Pentlakowa Z., Szarras S. (1951), Badania bazaltów śląskich wykonane w latach 1950/51. *Spraw. og. (maszynopis).* *Arch. Inst. Geol.*, Wrocław.

SUMMARY

In all occurrences of the Silesian basalts, two fundamental parts may be distinguished:

1. The outermost zone of the basaltic mass, the so-called peripheral part.
2. The inner part, which forms the centre of the basalt mass.

These parts differ one from another in the nature of fractures in the basalts, caused during the solidification of the lavas.

ad 1. The peripheral part was formed under conditions of relatively rapid cooling of the lava. This is the outermost part of the basalt, varying in thickness in different basalts from 0,3 m. to several and even a dozen or more metres, and trending parallel to the surfaces of the rocks with which it makes contact.

The fractures in the basalts of the peripheral part may be formed in one of two different ways:

a. In certain occurrences, the peripheral part is divided into layers of variable thickness, most frequently not exceeding 10 cm., and arranged parallel to the contact with the country-rock. The whole of this part is in addition broken by smaller fractures, oriented normal to the surface

of the rocks with which it makes contact. On the basis of the occurrence of these fractures, the basalts of the peripheral part may be further subdivided into two main zones:

— The contact zone of the peripheral part, in which fractures normal to the contact frequently divide the layers into irregular polygons.

— The central zone of the peripheral part, in which fractures normal to the contact are oriented in a regular manner, and form the outlines of deeper pillars of basalt.

The zone in basalts of peripheral type described above is most typically developed in the quarry at Gilów.

b. In other occurrences, the whole of the peripheral part consists of massive basalt. Though this also exhibits fractures parallel to the contact, these are very irregular in development, and the distances between fractures are sometimes greater than 50 cm. The fractures normal to the contact trend in an irregular manner, dividing the basalt into irregular blocks.

ad 2. The inner part of the basalt consists of basaltic columns. The passage of fractures from the peripheral part into the inner one is gradual, but very distinct.

From considerations of shape, three kinds of columns may be distinguished: a) regular columns, b) irregular columns, and c) pseudocolumns.

3. Other fractures

Also encountered are basalts breaking into small lenses, prisms and blocks trapezoidal in cross-section, as well as irregular polyhedra. These structures usually occur in the inner parts of basalt dikes, and are sometimes encountered in the central parts of volcanic vents. Taking this into consideration, it may be judged that the structures were formed in a mobile and turbulent environment.

Among these structures, two groups may be distinguished, from considerations of the manner in which they have been modified by weathering.

The first group represents structures which, during the course of weathering, give rise to rounded forms. To these may be assigned basalts breaking into lenses and blocks seen as more or less polyhedral protuberances (Fig. 3a, b). When struck with a hammer, they break into a series of shells.

The second group represents fractures which may be divided into wedges, highly elongate flags and blocks trapezoidal or approximately so in cross-section. They are usually forms sharply pointed on two or three sides, with smooth surfaces. When struck, these structures readily crack, breaking into smaller pieces also along smooth surfaces. (Fig. 3c, d, e).

Modes of occurrence of the basalts

The following modes of occurrence may be distinguished for the basalts:

- A. The volcanic vent, filled with lava.
- B. Different types of dikes.
- C. Flows of basaltic lava.

ad A. Lava-filled volcanic vents

Two different types may be distinguished:

1. In the first type is distinguished the gradual narrowing of the volcanic vent, owing to the solidification of lava from successive eruptive phases.

2. In the second type, the filling of the volcanic vent with basalt lava is seen to have occurred only once.

ad 1. The following zones may be distinguished in the side of a volcanic vent:

a) A zone of pyroclastic material, marking the explosive activity of the volcano.

b) The first effusive phase was marked by columns belonging to the so-called peripheral zone.

c) A second effusive phase filled the volcanic vent in the outermost part. After this phase, the vent was markedly narrower.

d) The next phase of volcanic activity was the closing stage. The existing orifice was completely filled with lava. This zone is termed the inner basalt zone.

ad 2. Volcanic vents with one marked effusive phase.

Among the examples studied, two different modes of occurrence were encountered in the basalt columns. These are closely related to the magnitude of the diameter of the volcanic vent. In volcanic vents of diameter up to 150 m. (Czartowska Skała), the basalt columns are distributed in a cone around the central zone of the vent (Fig. 5). However, in vents greater than 150 m. in diameter (Szwedzkie Szańce), the cone-like distribution of columns occurs only in the outer parts of the inner vent. In the inner part of the volcanic vent, the columns are vertical (Fig. 5). The arrangement of columns in different occurrences is determined by isothermic lines.

ad B. Basalt dikes.

On the basis of mode of occurrence, the following groups may be distinguished:

1. Basalt dikes which definitely never reached the surface. They were recognized as a result of mining work at low levels.

2. Basalt dikes for which communication with the surface is not known with certainty.

3. Basalt dikes which definitely reached the surface in the Tertiary, and which terminate in basalt flows.

In a typical profile showing the structures within a dike, three principal zones may be distinguished:

1. The peripheral zone within the basalt, in immediate contact with the rocks of the cover. This is developed in the form of layers breaking parallel to the surface of the contact.

2. The zone of basalt columns, consisting of irregular columns or pseudocolumns, developed normal to the contacts of the dikes.

3. The inner zone, developed as small irregular lenses or blocks of different shape with more or less protuberant walls.

In many cases, this typical sequence of structures is strongly reduced. This refers particularly to dikes of small diameter.

ad C. Basalt lava flows.

All occurrences situated a certain distance from the place of eruption of the lava, and which were formed as a result of the solidification of lava on the surface are termed basalt lava flows. In a typical profile through basalt flows exhibiting fractures, two principal zones may be recognized, as the dikes and volcanic vents. These are: 1. the peripheral zone, 2. the inner zone (zone of basalt columns).

The arrangement of fractures belonging to particular zones is, how-

ever, somewhat different from that in the analogous zones of volcanic vents and dikes, because of different conditions of cooling (Fig. 6).

The peripheral region at the top of a flow making contact with the atmosphere is usually somewhat thicker than the basal part, and is massive in character, with numerous irregular joints. In this part platy basalt is rarely encountered. Furthermore, in the very uppermost part of a flow, a basaltic slag occurs, with a great quantity of voids formed by gas-bubbles (platy basalts near Jawor).

The peripheral portion of the basal part of a basalt flow was formed under the cooling influence of the rocks passed over by the flow. In contrast to the top part, it is markedly thinner. Undoubtedly contamination from neighbouring lavas takes place, and there is also a greater possibility for columns to form.

The inner zone of a basalt flow is composed of basalt columns, arranged in a manner analogous to that of the inner zone occurring in a volcanic vent. Diameters of columns in the inner zone are not similar wherever they are found. Close to the peripheral part, they are usually larger than those in the middle part of the inner zone.

It is clearly seen that columns initially thick, close to the peripheral part, become anastomosing and also thinner towards the middle of the main layer.

*Department
of Mineralogy and Petrology
University of Wrocław*

*translators
B. Marszał, F. Simpson*

OBJAŚNIENIA TABLIC EXPLANATION OF PLATES

Tablica — Plate XXX

- Fig. 1. Kamieniołom bazaltu w Gilowie. Partia brzeżna bazaltu o strukturze płytowej wyraźnie opływająca nierówności podłoża
Fig. 1. Quarry in basalts, Gilowa. Peripheral basalt zone with laminar structures distinctly deflected around irregularities in the substratum
Fig. 2. Kamieniołom „Wieża” koło Gryfowa. Partia brzeżna bazaltu o masywnej (pokładowej) strukturze, z której wyrastają słupy bazaltowe
Fig. 2. The quarry „Wieża”, near Gryfów. Peripheral zone of basalt with massive (layered) structure comprising columnar basalts
Fig. 3. Kamieniołom bazaltu w Leśnej koło Lubania. Słupy regularne o dobrym ciosie
Fig. 3. Quarry in basalt at Leśna, near Lubań. Well jointed, regular columns
Fig. 4. Kamieniołom bazaltu w Leśnej koło Lubania. Słupy regularne zwiertzałe w grube plastry
Fig. 4. Basalt quarry at Leśna, near Lubań. Regular columns weathered into thick blocks

Tablica — Plate XXXI

- Fig. 5. Kamieniołom w Leśnej na NW od wzgórza „Perkun”. Drobnopłytkaste wietrzenie słupów regularnych
Fig. 5. Quarry at Leśna N.W. of the hill „Perkun”. Regular columns weathered to give laminae

Fig. 6. Kamieniołom w Graczach, Pseudosłupy

Fig. 6. Quarry at Gracze. Pseudocolumns

Fig. 7. „Czartowska Skała” koło wsi Pomocne, pow. Jawor. Koncentryczne ułożenie słupów bazaltu wokół centrum komina wulkanicznego

Fig. 7. „Czartowska Skała” near Pomocna village, Jawor district. Concentration of basalt columns around centre of volcanic vent

Fig. 8. „Szwedzkie Szańce” koło Łądka Zdroju. Zagięcie słupów bazaltowych w kierunku brzeżnej partii bazaltu

Fig. 8. „Szwedzkie Szańce”, near Łądek Zdrój. Basalt columns curving in the direction of the peripheral zone

