

LIDIA CHODYNIECKA, TADEUSZ KAPUŚCIŃSKI
Katedra Mineralogii i Petrografii

POKRYWY BAZALTOWE I TOWARZYSZĄCE IM TUFY
W MIEDZIONOŚNEJ NIECCE PÓLNOCNOSUDECKIEJ

Część I. Bazalty z kopalni "L"^{x)}

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań bazaltów, tufów bazaltowych i produktów ich przeobrażeń.

Na podstawie przeprowadzonych badań zaliczono bazalty te do bazaltów skaleniowych z przejściem do limburgitów. Pod względem chemicznym i mineralnym zbliżone są one do niektórych odmian bazaltów dolnośląskich. Charakterystyczna dla tych skał jest struktura ofitowo-dolerytowa, wskazująca, że ich krystalizacja przebiegała w głównej mierze wewnątrz zbiornika magmowego z lawy ubogiej w składniki gazowe.

Wśród produktów przeobrażeń bazaltu oznaczono głównie haloizyt, obok montmorylonitu i syderytu.

Towarzyszące bazaltom tufy mają charakter lapilowy względnie lapilowo-bombowy. Zawierają one znaczne ilości porwaków.

1. Wstęp

Niniejsza praca jest pierwszą częścią studium nad bazaltami, tufami oraz produktami ich wietrzenia, występującymi w północnosudeckiej niecce miedzionośnej.

Wobec toczącej się dyskusji, odnośnie mineralizacji cechsztyńskich złóż miedziośnych, przeprowadzenie szczegółowych badań mineralogiczno-chemicznych bazaltów i skał im pokrewnych, występujących wśród osadów miedzionośnych wydawało się celowe, ze względu na przypuszczenia, że mineralizacja utworów cechsztyńskich może pozostawać w pewnym związku z wylewami bazaltowymi.

W planie badań nad wylewami bazaltowymi zajęto się jako pierwszymi wylewami bazaltów i związanych z nimi tufów w kopalni "L". Przy badaniu wspomnianych bazaltów postanowiono zwrócić uwagę, czy istnieje między nimi a bazaltami z Dolnego Śląska

^{x)} Zgodnie z nomenklaturą użytą w tekście.

powinowactwo magmatyczne, jak również, czy zespoły pierwiastków śladowych są te same, które spotykamy w bazaltach z innych rejonów tego obszaru.

Bazalty występujące w północnosudeckiej niecce miedzionośnej nie były dotychczas badane pod względem petrograficznym. Krótką wzmiankę o tych skałach podaje E. Konstantynowicz [2]. Autor ten wspomina o licznych wystąpieniach bazaltów i towarzyszących mu tufach, wśród utworów cechsztyńskich. Wedle tego autora bazalty występują przeważnie w strefach tektonicznie zaburzonych w formie pokryw, żył, apofiz lub soczewek. Tufy występują raczej sporadycznie i tworzą bądź pokrywy, bądź przecinają osady miedzionośne pod kątem od 70–90°. Mają one charakter lappilowo-piaskowy.

Próby do badań pobrano z dostępnych w kopalni wyrobisk, starając się uzyskać wszystkie makroskopowo różne odmiany skał wulkanicznych, występujących w wspomnianej kopalni. Ogółem pobrano do badań laboratoryjnych 6 prób.

2. Opis makroskopowy prób

Próba 1 pobrana w chodniku 42 g z 70 metrowego odsłonięcia intruzji przedstawia bazalt barwy staloszarej o zróżnicowanej strukturze. W pewnych partiach jest ona mikroziarnista (zbita) w innych przechodzi w sposób ciągły w drobnoziarnistą, w której poszczególne ziarna osiągają wielkość do 3 mm. W partiach tych wyróżnić można bezładnie rozmieszczone dostrzegalne makroskopowo wydłużone tabliczki plagioklazów oraz ciemne słupki piroksenów.

Próba 2 (chodnik 62 g – 50 metrowe odsłonięcie) jest bazaltem barwy ciemnostalowej o strukturze mikrokryształicznej (zbitiej), mieszcami porfirowej. Brak jest w niej struktury drobnoziarnistej, czym różni się od próby 1.

Próba 3 (odcinek dowierzchni 82 p/III) – 7 metrowe odsłonięcie wykazuje pod względem makroskopowym charakter ilastej zwierzeliny bazaltowej. Jest barwy jasnoszarej z odcieniem zielonawym. W pewnych partiach jest silnie porowata. Na powierzchniach widoczne są często żółtobrunatne plamki, pocho-

dzące prawdopodobnie od tlenków żelaza i tytanu. Spotyka się także często naloty, wskazujące na minerały manganowe. W wodzie rozpada się szybko na drobne ziarna nie tworząc trwałej zawiesiny. Reaguje słabo z kwasem solnym, co wskazuje na obecność w niej węglanów.

Próba 4 (odcinek diagonali 54 g) - pionowa żyła grubości 35 cm, jest również silnie zwiertrzalym bazaltem. Jest ona pod względem barwy zróżnicowana. Na jej przełamach stwierdza się w partiach głębszych barwę szarozieloną, natomiast na zewnątrz występuje skorupa około 7 mm barwy żółtawej. Struktura skały jest mikroziarnista (zbita). Wśród tej masy mikroziarnistej stwierdza się drobne białe skupienia makroskopowo nieoznaczalnych minerałów. Skała ta zadana wodą rozpada się bardzo szybko na powyginane blaszki nie tworząc trwałej zawiesiny. Reaguje słabo z HCl.

Próba 5 (przecinka od upadowej 4a) przedstawia lappilowy tuf bazaltowy barwy ciemnoszarej. Zbudowany on jest z lapilli wielkości od 1-15 mm, drobnych jasnych porwaków piaskowców i ilowców oraz bliżej makroskopowo nieoznaczalnych elementów, spojonych masą piroklastyczną.

Próba 6 (pochylnia 4a - odsłonięcie 15 metrowe) przedstawia zwiertrzały lappilowo-bombowy tuf bazaltowy. Budowa tej skały jest zróżnicowana pod względem barwy i wielkości elementów. Niektóre bomby wykazują średnicę wielkości około 3 cm, inne mają wielkość powyżej 3 cm. Lapille mają rozmiary od 5-20 mm. Elementy te spojone są substancją ilastą, która jak to wynika z podanego poniżej opisu mikroskopowego powstała z silnie przeobrażonego chemicznie szkliwa, w substancji tej tkwią okruchy skał oboych (terrigenicznych). Spękania w skale wypełnione są tlenkami żelaza.

Na podstawie obserwacji makroskopowych można wyróżnić wśród badanych skał 4 ich rodzaje a mianowicie: 1) bazalt świeży o strukturze ziarnistej (próba 1 i 2), 2) bazalt silnie przeobrażony chemicznie - zwiertzelina bazaltowa (próba 3 i 4), 3) lappilowy tuf bazaltowy (próba 5), 4) zwiertrzały tuf lappilowo-bombowy (próba 6).

3. Badania laboratoryjne

Laboratoryjne próby badano głównie mikroskopowo i chemicznie. Niezależnie od tych badań dla niektórych prób wykonano analizy rentgenograficzne, spektralne i termiczno-różnicowe. Dla bazaltów świeżych oznaczono również najważniejsze własności fizyczno-mechaniczne.

A. Badania mikroskopowe

Próba 1

Skala badana pod mikroskopem w szlifach cienkich wykazuje strukturę zmienną. W pewnych partiach dominują ziarna drobne wielkości 0,03-0,05 mm, w innych grubsze 0,12-2 mm. Zauważalne również różnice w składzie mineralnym w partiach drobniejszych i grubszych. Z tych względów podajemy osobno opis badań partii drobnoziarnistych i grubiej ziarnistych.

Partie drobnoziarniste

W partiach drobnoziarnistych stwierdzono strukturę mikroofitową, przechodzącą w porfirową. Głównymi składnikami są tu plagioklasy, augit, oliwin i magnetyt. Podrzędnie występuje w nich apatyt.

Plagioklasy występujące w tych partiach reprezentowane są przez labrador o zawartości 50-60% An. Wielkość ich ziarn waha się w granicach od 0,03-0,04 mm. Występują one przeważnie w stanie świeżym. Sporadycznie stwierdza się na ich powierzchniach drobnołuseczkowaty serycyt i węglany.

Augit występuje w formie idiomorficznych kryształów o wielkości 0,12-0,4 mm. Tworzy on krótkie słupki, zamknięte dwuścianami (100) i (010) oraz ścianami słupa (110). Łupliwość ich jest dokładna zgodna ze ścianami słupa. Przekroje prostopadłe do Z wykazują łupliwość krzyżującą się pod kątem prostym. Barwa augitu jest bladozielona z bardzo słabym pleochroizmem. Jest ona niejednolita dla całego kryształu. Sła-

biej zabarwione są wnętrza kryształu, natomiast brzegi intensywniej. Przy skrzyżowanych nikolach na wielu osobnikach stwierdza się budowę pasową, niekiedy połączoną z klepsydrową. Częste są również zrosty według (100) oraz krzyżowe wedle (010). Jego kąt znikania światła $z/y=51^{\circ}$, dwójłomność $n_{\gamma} - n_{\alpha} = 0,024$, które to cechy wskazują na augit bazaltowy, przechodzący w tytanowy. Augity w badanej skale są przeważnie świeże, sporadycznie tylko stwierdza się ich przeobrażenia w ohloryt.

Oliwin tworzy kryształy o wielkości 0,12-1,3 mm. Jego ziarna są dobrze wykształcone, często skorodowane. Dwójłomność wynosi 0,030 co według klasyfikacji Winchela [8] wskazuje na chryzolit. W porównaniu do augitu i plagioklazów minerał ten tylko sporadycznie występuje w stanie świeżym. Na większości kryształów widoczne są jego przeobrażenia. Głównie przechodzi on w minerały serpentynowe, wśród których wyróżniono ohryzotyl i antygoryt. Serpentynizacja występuje częściowo lub całkowicie. Wydzielone w czasie przeobrażeń żelazo skupia się w postaci drobnych ziarenek magnetytu II^x), wśród minerałów serpentynowych. Na niektórych ziarnach oliwinu stwierdzono również węglany. Na innych widoczne są otoczki barwy bladzielonej, słabo pleochroityczne o niskiej dwójłomności, wskazujące na pennin.

Magnetyt tworzy ziarna o wielkości 0,08 do 0,2 mm. Wyróżnić wśród jego ziarn można dwie generacje magnetyt I - pierwotny, występujący w formie prakryształów o pokroju kwadratowym lub romboidalnym i magnetyt II - wtórny o nieprawidłowych kształtach ziarn, powstały z rozkładu oliwinu.

Z minerałów akcesorycznych na uwagę zasługuje apatyt. Posiada on pokrój igielkowaty i gromadzi się głównie w obrębie plagioklazów. Ilościowy skład mineralny odmiany drobnoziarnistej, oznaczony planimetrycznie zestawiono w tabelicy 1.

^{x)} Z uwagi na dwie generacje magnetytu oznaczono wykrystalizowany z lawy magnetyt pierwotny przez I, a magnetyt wtórny przez II.

Partie gruboziarniste

Partie te wykazują strukturę typowo ofitową, miejscami intersertalno-dolerytową. W ich składzie mineralnym wyróżniono plagioklasy, augit, magnetyt, szkliwo wulkaniczne oraz węglany. Nie stwierdzono natomiast oliwinu w przeciwieństwie do partii drobnoziarnistej.

Plagioklasy tworzą listewki wielkości 0,3-1,3 mm, wykształcone w postaci bliźniaków pojedynczych albitowych i albitowo-peryklinowych. Wykazują one zawartość 40-53% An, wskazują na obecność w tej skale obok labradoru również andezynu.

Augit tworzy ziarna o wielkości 0,1-1 mm. Barwa jego jest fioletowobrunatna z widocznym pleochroizmem, spowodowanym zwiększoną zawartością tytanu. Tworzy dobrze wykształcone kryształy o budowie klepsydrowej lub pasowo-klepsydrowej. Jego kąt znikania światła $z/\gamma = 53^{\circ}-60^{\circ}$, dwójłomność $n\gamma - n\alpha = 0,024-0,026$, co wskazuje na augit tytanowy.

Magnetyt występuje w ziarnach idiomorficznych o wielkości 0,02-0,08 mm. Jest on bezładnie rozmieszczony w masie skalnej.

Szklivo wulkaniczne występuje w formie nieregularnych skupień o wielkości od 0,7-1,3 mm. Na ogół jest ono dobrze zachowane. Barwa szkliva jest niejednolita, zależnie od stopnia przeobrażenia. Skupienia zupełnie nieprzeobrażonego szkliva mają barwę intensywnie brunatnozieloną, która w miarę jego przeobrażania się przechodzi w jasnożółtą. Współczynnik załamania światła pomierzony na ziarnach zupełnie świeżych wynosi 1,585. Niektóre okruchy szkliva wykazują charakterystyczny system spękań oraz liczne wrostki bliżej nieoznaczalnych minerałów. W miarę przeobrażania się szkliva dostrzega się w nim liczne kryształy o pokroju włoskowatym. Na brzegach niektórych ziarn obserwuje się obwódki o budowie łańcuchowej, słabo pleochroityczne barwy bladozielonej, odpowiadające seladonitowi.

W skale tej zauważono znaczne ilości węglanów, wykrystalizowanych romboedrycznie lub sferolitycznie. Na podstawie współczynników załamania światła oznaczono je jako kalcyt. Trudno jest na podstawie przeprowadzonych obserwacji ustalić, czy mi-

nerał ten powstał w końcowej fazie przeobrażania się szkliwa, czy też jest on utworem epigenicznym. Na krystalizację kaloytu ze szkliwa w miocenijskich utworach tufowych zwrócił uwagę W. Parachoniak [3].

Tablica 1

Ilościowy skład mineralny bazaltów,
oznaczony planimetrycznie w % objętościowych

Składniki mineralne _I	Próba 1		Próba 2
	odmiana drobnoziarnista	odmiana gruboziarnista	
Plagioklasy	48	56	48
Augit	30	20	29
Oliwin + serpentyn	9	—	7
Magnetyt ^{x)}	9	10	8
Szkliwo	3	9	7
Apatyt	1	1	1
Węglany	—	4	—
Suma	100	100	100

x) W zestawieniu w pozycji magnetyt ujęto sumarycznie magnetyt I i II

Oznaczony planimetrycznie ilościowy skład mineralny partii gruboziarnistych przedstawiono w tablicy 1. Jak z załączonej tablicy wynika skład mineralny odmiany gruboziarnistej charakteryzuje się większą zawartością plagioklazów a mniejszą augitu w porównaniu do odmiany drobnoziarnistej. Charakterystycznym dla odmiany gruboziarnistej jest brak oliwinu a w jego miejsce występuje większa ilość szkliwa i kaloytu.

Próba 2

Obserwacje płytek cienkich tej próby wykazują, że struktura skały jest intersertalno-porfirowa. Na pierwszy plan wysuwają się listewki plagioklazów, wśród których tkwi w drobnych ilo-

śoiach szkliwo. Obok plagioklazów spotyka się przeważnie idiomorficznie wykształcony augit. Często zdarza się, że kryształy augitu dochodzą do 2 mm wielkości na skutek czego intersertalna struktura przechodzi w porfirowatą. Obok augitu występuje w formie prakryształów oliwin. Obecny jest w tej skale również magnetyt.

Plagioklasy reprezentowane są przez labrador o zawartości 52-60% An, a więc takie same jak w drobniejszej partii próby 1. Są one na ogół świeże. Ich wielkość waha się w granicach 0,1-2 mm.

Szklewo wulkaniczne jest barwy zielonej. Tworzy drobne wprysnięcia, wypełniające wolne przestrzenie między listewkami plagioklazów. Na niektórych ziarnach widoczne są liozne drobne wrostki bliżej nie oznaczalnych minerałów.

Augit tworzy zróżnicowane pod względem wielkości kryształy (0,3-1,8 mm). Są one dobrze wykształcone. Na podstawie badań optycznych stwierdzono, że augit występujący w tej próbie jest podobnie jak augit z próby 1 augitem bazaltowo-tytanowym. Obok augitu sporadycznie występuje diallag.

Oliwin występuje w formie dobrze wykształconych kryształów o wielkości 0,5-2,5 mm. Pomierzony współczynnik załamania światła wynosi 1,63 a dwójłomność $n_f - n_g = 0,036$, które to własności wskazują, że występujący tu oliwin należy do żelazistego chryzolit. Wykazuje on różny stopień przeobrażenia. Obok ziarn zupełnie świeżych, na których stwierdzono tylko działanie korozji magmatycznej występują ziarna w stadium początkowego przeobrażenia się w minerały serpentynowe. W nieznacznych od nich odległościach występują kryształy oliwinu prawie całkowicie przeobrażone w chryzotyl i magnetyt. Sporadycznie wśród produktów przeobrażenia oliwinu występują węglany, wśród których oznaczono kalcyt i dolomit. Na niektórych ziarnach oliwinu stwierdzono faliste znikanie światła.

Magnetyt podobnie jak w próbie 1 występuje on również w dwóch generacjach - pierwotnej i wtórnej. Ten ostatni powstaje jako produkt rozkładu oliwinu i augitu.

Węglany reprezentowane są w tej skale przez kaloyt i dolomit. Występują one bądź jako wypełnienia wolnych przestrzeni w skale, bądź stanowią produkt przeobrażenia minerałów ciemnych a szczególnie oliwinu.

Ilościowy skład mineralny oznaczony planimetrycznie zestawiono w tablicy 1.

Porównując skład mineralny próby 2 z opisaną poprzednio próbą 1 można przyjąć, że odpowiada ona odmianie drobnoziarnistej próby 1.

Próba 3

Skała ta jest jak podano w opisie makroskopowym zwietrzałym bazaltem. Pod mikroskopem stwierdza się, że pierwotna struktura bazaltu jest prawie całkowicie zatarta. Sporadycznie widoczne są pseudomorfozy po oliwinie wypełnione antygorytem, chryzotylem, węglanami i minerałami ilastymi oraz pseudomorfozy po augicie, wypełnione penninem.

Główną masę stanowią minerały ilaste, które jak z załączonego rentgenogramu wynika (tablica 2) należy uważać za haloizyt z domieszką montmorylonitu. Te glinokrzemiany są produktem rozkładu szkliwa oraz plagioklazów. Masa ilasta zanieczyszczona jest silnie węglanami, głównie syderytem, uwodnionymi tlenkami żelaza oraz leukoksenem. Dzięki koncentracji leukoksenu nastąpił w tej skale prawie dwukrotny wzrost tytanu w stosunku do skały świeżej (tablica 3).

Próba 4

Badana skała jest również przeobrażonym bazaltem. Z jej geologicznej formy występowania w postaci cienkiej pionowej żyły należy wnioskować, że lava wcisnęła się pomiędzy skały i uległa gwałtownemu zastygnięciu. Wskutek szybkiego zastygnięcia powstała szklista (hialityczna) struktura bazaltu o dużej zawartości porów, w której sporadycznie zachowały się różnych wymiarów prakryształy jako pseudomorfozy chryzotyłu po oliwie

Analizy rentgenograficzne

Próba 3			Próba 4			Próba 6		
I/I	d_{hkl}	identyfikacja mineralów	I/I	d_{hkl}	identyfikacja mineralów	I/I	d_{hkl}	identyfikacja mineralów
10	15,00	montmorylonit	10	17,7	montmorylonit	10	17,2	montmorylonit
8	10,16	montmor., haloizyt	8	7,25	haloizyt	8	10,15	montmor., haloizyt
8	7,50	haloizyt	10	4,44	montmor., haloizyt	8	7,19	haloizyt
8	7,19	haloizyt	6	4,37	haloizyt	10	4,45	montmor., haloizyt
10	4,46	montmor., haloizyt	6	4,29	haloizyt	6	4,29	haloizyt
2	3,75	skaleń	10	3,60	haloizyt, syderyt	6	3,59	haloizyt
6	3,59	haloizyt	8	3,56	montmor., haloizyt	8	3,56	montmor., haloizyt
5	3,53	montmor., haloizyt	6	3,53	montmor., haloizyt	2	2,52	haloizyt
10	3,25	skaleń	10	2,80	syderyt	5	2,35	haloizyt
1	3,14	skaleń	2	2,51	haloizyt	2	2,09	montmorylonit
3	2,82	skaleń	5	2,35	haloizyt, syderyt	2	2,12	montmorylonit
1	2,77	skaleń	5	2,14	skaleń	5	1,71	montmorylonit
5	2,42	skaleń	2	2,09	montmorylonit			
8	2,35	haloizyt	2	2,04	skaleń			
1	2,22	skaleń	1	1,97	skaleń, syderyt			
3	2,19	skaleń	2	1,90	skaleń			
2	2,12	montmorylonit	1	1,85	skaleń			
3	1,79	skaleń	8	1,73	syderyt			
5	1,70	montmorylonit	5	1,67	montmorylonit			
5	1,66	montmorylonit	5	1,48	montmorylonit			
5	1,49	montmorylonit						
8	1,48	montmorylonit						

Tablica 3

Zestawienie analiz chemicznych skał bazaltowych z kopalni "L"
analizowali: autorzy

Składniki	Próba 1		Próba 2		Próba 3		Próba 4		Próba 5		Próba 6	
	% wag.	st. mol.x 10000	% wag.	st. mol.x 10000	% wag.	st. mol.x 10000	% wag.	st. mol.x 10000	% wag.	st. mol.x 10000	% wag.	st. mol.x 10000
SiO ₂	42,20	6860	41,18	6858	32,85	5480	31,10	5180	48,90	8080	54,05	9000
TiO ₂	1,72	212	1,96	246	3,84	484	6,94	868	0,32	40	1,21	151
Al ₂ O ₃	12,41	1221	12,25	1200	19,72	1932	17,16	1696	10,10	990	13,73	1343
Fe ₂ O ₃	9,44	594	8,44	534	8,57	542	7,05	444	16,45	1035	6,12	382
FeO	4,28	596	5,80	810	5,30	737	5,42	755	4,45	480	2,79	389
MgO	6,95	1725	6,30	1560	4,65	1165	4,01	993	1,39	347	1,29	318
MnO	śl.	-	0,02	2	0,01	1	0,02	2	0,01	1	śl.	-
CaO	15,35	2740	16,20	2890	3,93	703	6,12	1090	3,82	684	7,80	1390
Na ₂ O	1,65	265	1,47	237	0,35	55	0,41	61	0,83	136	0,15	25
K ₂ O	0,81	86	0,67	71	0,83	88	0,34	36	1,10	120	0,96	102
Li ₂ O	-	-	0,03	3	-	-	0,02	2	-	-	-	-
-H ₂ O	1,13	-	1,10	-	4,45	-	6,37	-	6,30	-	4,59	-
+H ₂ O	2,00	1737	2,60	2050	9,95	7950	10,50	9360	4,01	5720	4,43	5000
CO ₂	2,60	590	1,00	230	4,40	1000	3,85	875	1,21	275	2,45	556
P ₂ O ₅	0,18	18	0,20	20	0,15	15	0,25	25	0,80	60	0,14	14
SO ₃	0,44	54	0,72	92	1,17	147	0,42	52	0,13	16	0,20	30
V	-	-	0,02	2	0,005	-	0,005	-	0,01	1	-	-
Ni	-	-	0,03	3	0,005	-	0,04	4	0,005	-	-	-
Cr	-	-	0,005	-	0,05	5	0,06	6	0,005	-	-	-
W	-	-	0,01	1	0,01	1	0,005	-	0,005	-	-	-
Suma	100,16	16690	100,005	16809	100,23	20305	100,090	20445	99,840	17984	99,91	18500

winie i penninu po augiocie oraz prawie oalkowioie przeobrażone plagioklasy.

Podstawowa masa szklista uległa rozkładowi, przechodząc w haloizyt i montmorylonit (tabl. 2). W masie tej stwierdzono dużą domieszkę syderytu, uwodnionych tlenków żelaza oraz leu-koksenu (przeobrażonego ilmenitu). Zachował się jeszcze w pewnej ilości magnetyt.

Próba 5

Skała ta przedstawia makroskopowo bardzo słabo przeobrażony lappilowy tuf bazaltowy.

Pod mikroskopem stwierdza się, że jest ona zbudowana z licznych odłamków lapilli bazaltowych o wielkości od 0,5–15 mm oraz okruchów skał terrygenicznych, soementowanych ze sobą masą szklistą.

Okruchy bazaltu są silnie porowate. Wykazują strukturę porfirową lub szklistą. Pory zabliznione są na brzegach seladonitem, wewnątrz zaś węglanami lub izotropowymi minerałami o własnościach zbliżonych do analcyumu. Wśród prakryształów wyróżniono pseudomorfozy ohryzotyłu po oliwinie i penninu po augiocie. Rzadko spotyka się augit w stanie oznaczalnym. Podstawowa masa skalna jest silnie przesycona uwodnionymi tlenkami żelaza.

Opisane lappile bazaltu należałoby uważać za produkty wczesniej skryształizowanej lawy, spojone lawą zastygającą in situ.

Wśród porwaków skał osadowych stwierdzono piaskowce, mułowce iłowce zapiaszozone oraz skupienia węglanów. Porwaki te wykazują zmienną wielkość od 0,5–5 mm. Na okruchach skał terrygenicznych widoczne są ślady obtopienia. Spoiwo niektórych z nich zostało przetopione, tworząc szklistą izotropową masę.

Szklista masa spajająca opisane wyżej lappile bazaltu i okruchy skał terrygenicznych wykazuje w pewnych partiach strukturę szklistą, w innych widoczna jest krystalizacja mikroli-tów skaleni. Gdzieniegdzie stwierdzić w niej można kryształy augitu i pseudomorfozy ohryzotyłu po oliwinie. Podobnie jak lappile bazaltowe masa ta jest silnie zanieczyszczona tlenkami żelaza.

Jak wynika z opisu mikroskopowego skała ta jest tufem, który według klasyfikacji W. Kirkińskiej [1] zaliczyć do tufu lito-witroklastycznych.

Próba 6

Próba ta przedstawia silnie przeobrażony tuf lappilowo-bombo-
wy. Skała ta badana w szlifach cienkich wykazuje obecność ma-
teriału piroklastycznego i terrygenicznego.

Wśród elementów piroklastycznych wyróżnić można pseudomor-
fozy po oliwinie w formie antygorytu i okruchy augitu, tkwiące
w prawie izotropowej powstałej ze szkliwa masie ilastej, która
na podstawie badań rentgenograficznych trzeba uważać za halo-
izyt i montmorylonit (tabl. 2). W tej prawie izotropowej ila-
stej masie występują w znacznej ilości uwodnione tlenki żelaza.

Materiał terrygeniczny reprezentują okruchy piaskowców o
wielkości od 1-3 mm, pojedyncze ziarna kwarcu jak również i
skaleni.

B. Badania chemiczne

Opracowane mikroskopowo próby poddano ilościowej analizie che-
micznej. Wyniki zestawiono w tablicy 3.

Z przedstawionych analiz bazaltu nieprzeobrażonego (próba 1
i 2) wynika, że badany bazalt charakteryzuje się niską zawar-
tością krzemionki (ok. 40%), przewagą żelaza Fe^{+3} nad Fe^{+2} i
niską zawartością alkaliów. Pod tym względem zbliżony on jest
do bazaltów skaleniowych z Bukowca i Bukowej Góry na Dolnym
Śląsku oraz do limburgitu z Łużyc. Analizy tych skał zestawio-
no w tablicy 4.

Analizy chemiczne badanych bazaltów oraz analizy porównaw-
cze z Bukowca i Bukowej Góry i Łużyc przeliczono na parametry
Niggliego. Obliczenia i wykonane na ich podstawie wykres ze-
stawiono w tablicy 5 i rys. 1. Parametry Niggliego podkreślają
zasadowy charakter badanych skał oraz wskazują na ich komagma-
tyzm z bazaltami Dolnego Śląska i Łużyc.

Tablica 4

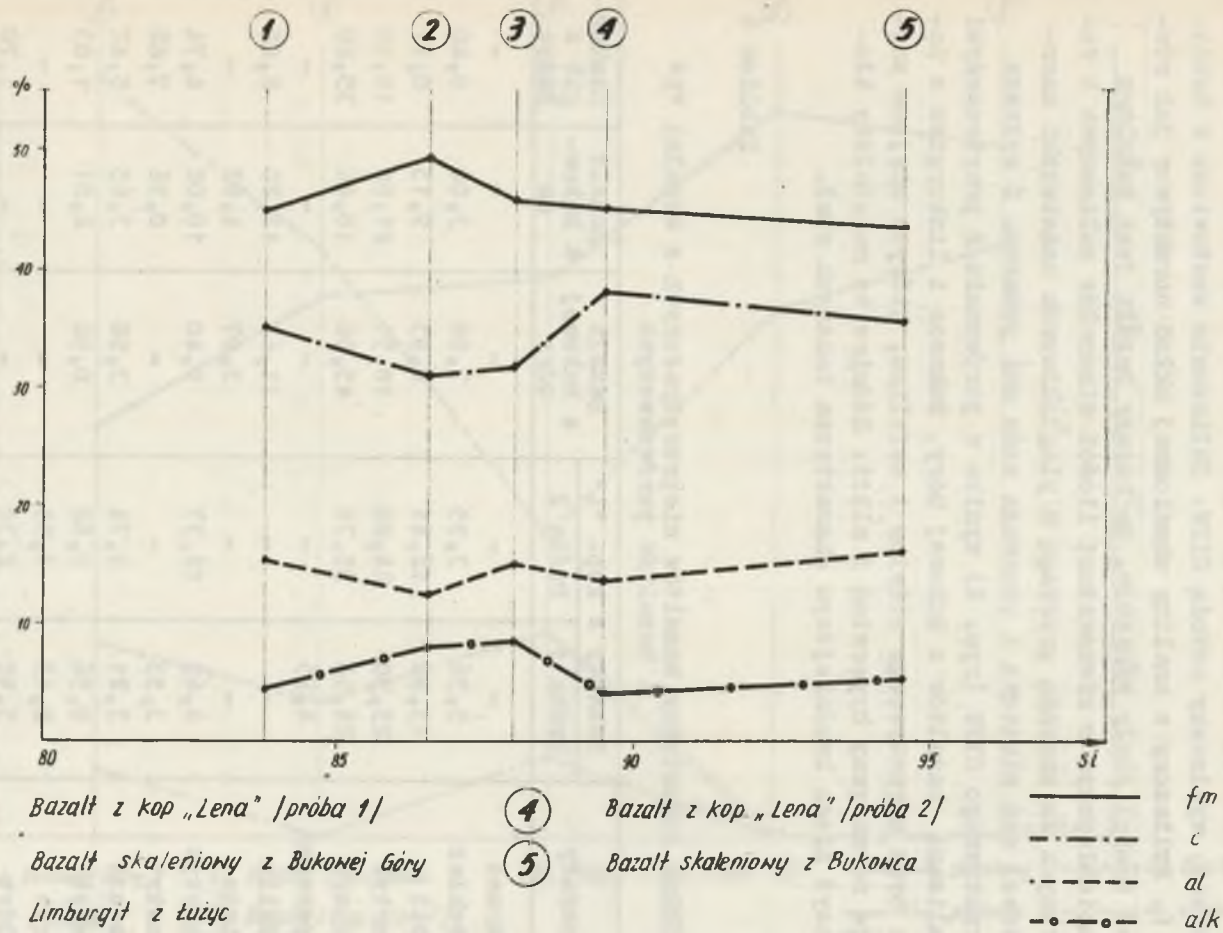
Porównawcze analizy chemiczne skał bazaltowych

Składniki	Bazalt skalenio- wy z Bukowej Góry analizowała Politechnika Wroc- ławska [4]		Bazalt skalenio- wy z Bukowca analizował W. Niemojeski [4]		Limburgit z Łużyc analizował H. Rosenbusch [5]	
	% wag.	st.mol. x 10000	% wag.	st.mol. x10000	% wag.	st.mol. x 10000
SiO ₂	43,84	7295	41,08	6838	41,47	6904
TiO ₂	1,90	237	1,41	240	2,84	358
Al ₂ O ₃	10,58	1037	11,73	1153	11,91	1170
Fe ₂ O ₃	6,47	405	7,38	468	10,99	689
FeO	6,09	847	4,93	673	4,04	562
MnO	0,20	28	-	-	-	-
MgO	9,87	2447	10,27	2537	6,56	1632
CaO	14,58	2599	14,22	2562	13,87	2472
Na ₂ O	3,30	532	2,01	322	3,07	485
K ₂ O	1,20	127	0,54	54	1,58	169
-H ₂ O	0,62		1,03		1,18	
+H ₂ O	0,42	344	3,60	2000	0,77	1069
P ₂ O ₅	0,59	41	0,96	66	0,57	45
Suma	99,66	15944	100,06	16913	100,24	15555

Tablica 5

Parametry Niggliego bazaltów z kopalni "L"
i bazaltów porównawczych

Para- metry	Bazalty z kop. "L"		Bazalt z Bukowej Góry	Bazalt z Bukowca	Limburgit z Łużyc
	Próba 1	Próba 2			
si	83,8	89,5	86,5	94,5	87,9
al	15,6	13,4	12,3	15,9	14,8
fm	44,8	44,9	49,1	43,5	45,4
c	35,1	37,7	30,8	35,4	31,5
alk	4,5	4,0	7,8	5,2	8,3
k	0,25	0,23	0,19	0,14	0,26
mg	0,49	0,45	0,59	0,78	0,46



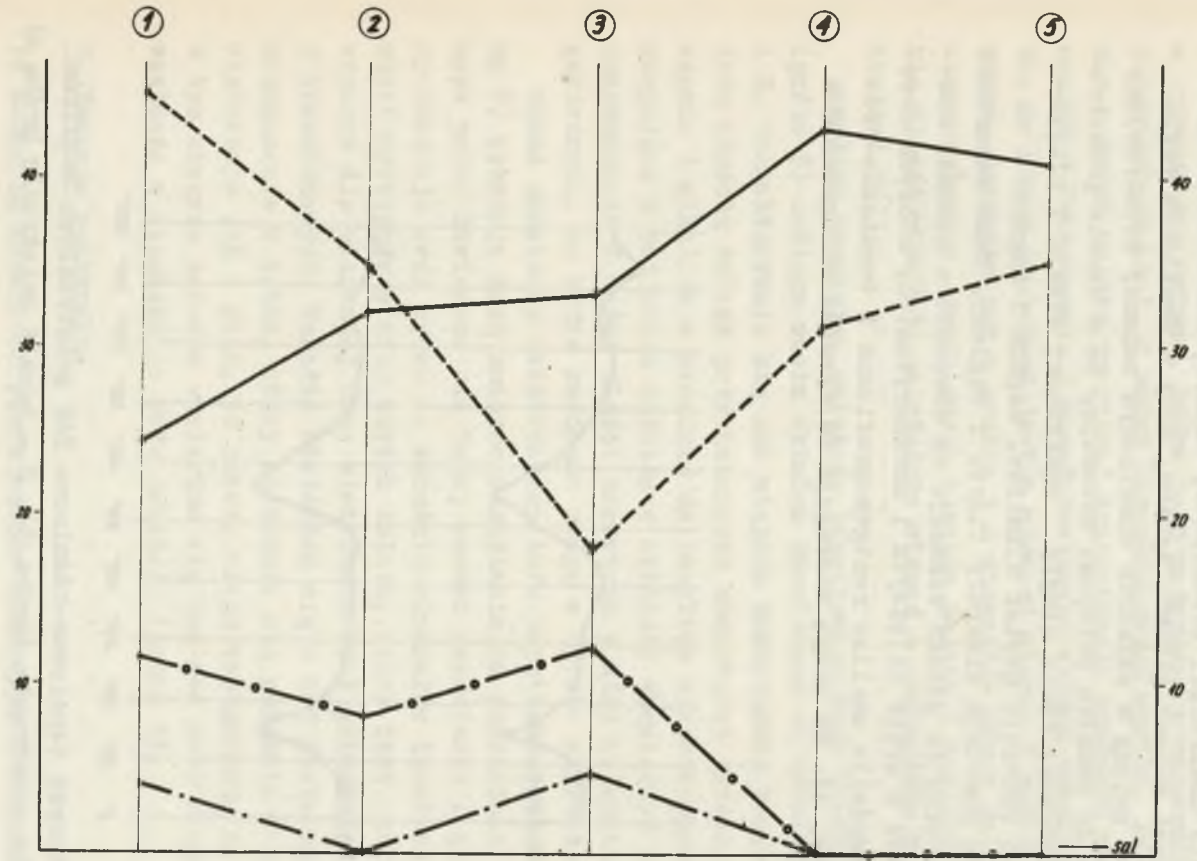
Rys. 1. Diagram deferengacyjny wg Niggiego

Klasyfikację chemiczną przeprowadzono w oparciu o skład normatywny, wyliczony metodą CIPW. Obliczenia zestawiono w tabeli 6. Wyliczony z analizy chemicznej skład normatywny jak również symbol skały wskazuje, że badany bazalt jest bazaltem plagioklazowym o równoważnej ilości minerałów salicyznych i feldicyznych ze znaczną przewagą w plagioklazach cząsteczki anortytowej nad albitową i przewagą sodu nad potasem. Z wykresu normatywnego CIPW (rys. 2) wynika w porównaniu z przytoczonymi analizami bazaltów z Bukowej Góry, Bukowca i limburgitu z Łużyk brak normatywnego oliwinu i nefelinu, których miejsce zajmuje normatywny hypersten i albit. Różnice te należałoby tłumaczyć nieco kwaśniejszym charakterem badanych skał.

Tabela 6

Skład normatywny bazaltów nieprzeobrażonych z kopalni "L" i bazaltów porównawczych

Minerały	Bazalty z kop. "L"		Bazalt z Bukowej Góry	Bazalt z Bukowca	Limburgit z Łużyk
	Próba 1	Próba 2			
Kwarciec	-	-	-	-	-
Ortoklaz	5,36	3,95	7,08	3,00	9,40
Albit	13,90	12,41	6,93	9,15	8,17
Anortyt	23,90	24,80	10,51	21,50	15,30
Diopsyd	26,54	35,70	45,06	18,40	35,20
Hypersten	4,95	-	-	-	-
Nefelin	-	-	11,65	12,20	8,05
Oliwin	-	-	3,97	4,83	-
Magnetyt	8,65	12,37	9,40	10,00	4,74
Hematyt	3,53	-	-	0,56	7,62
Ilmenit	3,21	3,74	3,58	3,65	5,42
Apatyt	0,56	0,62	0,94	2,01	1,03
Piryt	0,13	0,35	-	-	-
Kalcyt	5,90	2,30	-	-	1,70
Woda	3,13	3,60	1,04	3,70	1,95
Suma	99,79	99,95	100,16	99,90	99,96



- | | | | | |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|----------------|
| ① Bazalt z Bukowej Góry | ③ Bazalt z Bukowca | ⑤ Bazalt z kop. „Lena” (2) | — plagioclasy | ···· nefelin |
| ② Limburgit z Łużyc | ④ Bazalt z kop. „Lena” (1) | | - - - - pizokseny | - · - · alimin |

Rys. 2. Wykres zmienności składu normatywnego bazaltów nieprzeobrażonych z kop. Lena, Dolnego Śląska i Łużyc w odniesieniu do głównych minerałów

Z przedstawionej analizy próby 3 (tabl. 3) wynika odmienny w stosunku do bazaltu świeżego charakter chemiczny. Występuje tu obniżenie zawartości krzemionki, wapnia, alkaliów i magnezu, natomiast wzrost glinki, tytanu, wody i dwutlenku węgla. Stwierdzone zmiany w składzie chemicznym badanej zwietrzliny w stosunku do bazaltu świeżego wskazują, że w czasie przeobrażenia w pierwszej fazie uległy rozkładowi oliwin i plagioklasy, na co wskazuje ubytek alkaliów, wapnia i magnezu a na ich miejscu powstają minerały ilaste i węglany. Duża zawartość wody w stosunku do glinki wskazuje na obecność w badanej skale minerałów z grupy haloizytu i montmorylonitu, których obecność potwierdziła analiza rentgenograficzna i termiczno-różnicowa (rys. 3). Na uwagę zasługuje tu wyraźne wzbogacenie w tytan.



Rys. 3. Krzywe termiczno-różnicowe TAR zwietrzalnych bazaltów 1 - bazalt zwietrzały (próba 3), 2 - bazalt zwietrzały (próba 4)

Skład chemiczny próby 4 również odbiega od składu chemicznego bazaltu nieprzeobrażonego. Uległa w niej zmniejszeniu zawartość krzemionki, wzrosła natomiast zawartość Al_2O_3 , CO_2 i H_2O a szczególnie tytanu, która jest najwyższa w stosunku do innych przebadanych skał. Z badań mikroskopowych wynika, że wzbogacenie w tytan należy przypisać koncentracji produktu rozkładu ilmenitu - leukoksenu. Z przedstawionego składu chemicznego wynika, że skała zbudowana jest w głównej mierze z minerałów ilastych, podobnie jak w próbie 3 z minerałów grupy haloizytu i montmorylonitu, uwodnionych tlenków żelaza i węglanów. Niewielkie ilości alkaliów należałoby wiązać z obecnością w tej skale skaleni.

Analiza chemiczna świeżego lappilowego tufu bazaltowego (próba 5) odbiega swoim składem chemicznym od bazaltów próby 1 i 2. Charakteryzuje się ona większą zawartością krzemionki i dużą ilością żelaza przy mniejszej zawartości tytanu, magnezu, wapnia i alkaliów w stosunku do bazaltów nieprzeobrażonych. Występujące w tej skale różnice w składzie chemicznym znajdują uzasadnienie w dużej ilości zawartych w niej składników terrygenicznych, na które zwrócono uwagę w opisie mikroskopowym.

Skład chemiczny zwiertzałego tufu lappilowo-bombowego (próba 6) wykazuje dość znaczne odchylenia od poprzednio opisywanych prób. Stwierdza się tutaj wzrost krzemionki i glinki, który znajduje swój wyraz we wzroście minerałów ilastych, natomiast występuje w niej ubytek żelaza, który jest charakterystyczny dla pierwszej fazy wietrzenia skał glinokrzemianowych i krzemianowych. Ponadto stwierdza się w tej skale nieznaczne wzbogacenie w tytan, który zachowuje się podobnie w czasie wietrzenia jak i glin, to znaczy ulega wzbogaceniu na miejscu. W tym utworze tufowym stwierdza się też dwa razy większą ilość węglanów w stosunku do tufu świeżego (próba 5).

C. Badania spektralne

Do badań na zawartość pierwiastków śladowych i rozproszonych wytypowano bazalt nieprzeobrażony (próba 2), zwiertzelinę ba-

zaltową (próbą 3 i 4) oraz tuf bazaltowy (próbą 5). Wyniki zestawiono poniżej.

Skład pierwiastków śladowych i rozproszonych w badanych skałach V. Ni. Cr. W. Mn. Co, Cu, Au, Th, Bi, Mo, Ga, Ge, Ag, Cd, Sr, Zr, U, Ta, Li.

Pierwszych 5 pierwiastków (podkreślonych) ze względu na ich większą koncentrację oznaczone ilościowo. Pozostałe występują w ilościach analitycznie nieznaczalnych. Oznaczenia ilościowe zestawiono w tabelicy 3.

Skład pierwiastków rozproszonych i śladowych badanych skał nie odbiega zasadniczo od składu tych pierwiastków w całej prowincji bazaltowej Środkowej Europy (K. Spila [7], K.H. Wodepohl [9]). Porównując zawartość tych pierwiastków w badanym bazalcie ze średnią dla bazaltów Dolnego Śląska należy stwierdzić charakterystyczne zubożenie badanego bazaltu w takie pierwiastki jak Cu, Co i Cr, natomiast zawartość wanadu i niklu mieści się w granicach średnich dla bazaltów Środkowej Europy.

W miarę wietrzenia bazaltów obserwuje się zubożenie w wanad, nikiel i wolfram, natomiast wzbogacenie w chrom.

D. Badania technologiczne

Dla bazaltów nieprzeobrażonych (próby 1 i 2) oznaczono ciężar właściwy, który waha się w granicach od 3,09–3,12 g/cm³, ciężar objętościowy – 3,02–3,08 g/cm³ oraz wytrzymałość na ścisłanie wynoszące 2070–2120 kg/cm².

Oznaczone własności kwalifikują omawiane bazalty jako cenny surowiec budowlany.

4. Wnioski z przeprowadzonych badań

Z przeprowadzonych badań wynikają podane niżej wnioski.

1. Bazalty, występujące w kopalni "L" (próbą 1 i 2) należy na podstawie składu mineralnego i chemicznego zaliczyć do bazaltów plagioklazowych, z zaznaczającym się ze względu na obecność szkliva przejściem w kierunku limburgitów, z tym, że

występuje tu nietypowa dla tych skał struktura ofitowo-dolerytowa w próbie 1 i intersartarno-porfirowa w próbie 2.

2. Badania mineralogiczno-chemiczne zwierzeliny bazaltowej reprezentowane przez próby 3 i 4 wykazały, że pierwszym składnikiem bazaltów, ulegającym przeobrażeniom jest szkliwo wulkaniczne, które przeobraża się w montmorylonit i haloizyt oraz węglany. Również bardzo mało odpornym na przeobrażenia jest oliwin, który ulega procesowi serpentynizacji. Pirokseny, magnetyt i częściowo plagioklasy są minerałami bardziej odpornymi na przeobrażenia i rozkładają się w późniejszych fazach.

3. Porównując kierunki przeobrażeń bazaltów z kopalni "L" z produktami wietrzenia bazaltów z innych rejonów Dolnego Śląska należy stwierdzić, że brak jest w nich charakterystycznego dla bazaltów dolnośląskich iddyngsytu, powstałego z oliwinu. Również nie stwierdzono w tych skałach zeolitów, natomiast obecne w nich haloizyt i montmorylonit są charakterystyczne dla bazaltów dolnośląskich. Brak iddyngsytu i zeolitów świadczy o małej zawartości gazów głównie pary wodnej w lawie bazaltowej.

4. Z badań próby 5 i 6, przedstawiających utwory tufowe (piroklastyczne) wynika, że wylewy law poprzedzane były wyrzutami materiału lapilli i bomb. Na podstawie znacznej zawartości w wspomnianych utworach tufowych materiału terrygenicznego należałoby wnioskować, że intrudująca lawa musiała się w pierwszej fazie eksplozji przebijać przez pewne urozmaicone warstwy skał osadowych (iłowców, piaskowców i mułkowców), których porwaki uległy przez nią nadtopieniu lub co występuje w mniejszych okrucach nawet przetopieniu. Świadczy to o wysokiej temperaturze intrudującej lawy. W tej fazie mogło nastąpić odgazowanie lawy, na co wskazuje brak w tych skałach iddyngsytu i zeolitów.

5. Struktura ofitowa a nawet w pewnych partiach dolerytowa bazaltu wskazuje, że proces krystalizacji przebiegał w głównej mierze w głębi zbiornika magmowego. Najprawdopodobniej mogło się do tego przyczynić wcześniejsze odgazowanie lawy.

6. Pozycja geologiczna bazaltów z kopalni "I" w stosunku do bazaltów, występujących na Dolnym Śląsku jest trudna do ustalenia. W zasadzie bazalty te mogą być zaliczone do prowincji bazaltów dolnośląskich, które są jak wiadomo częścią wielkiej środkowoeuropejskiej prowincji bazaltowej. Istnieją do takiego twierdzenia podstawy, ponieważ w wspomnianej prowincji występują bazalty o bardzo zróżnicowanym składzie chemicznym i mineralnym - bazalty plagioklazowe, nefeliny, limburgity, tefryty, fonolity, ankaratyty (K. Smulikowski 6).

7. Ze sposobu ułożenia pokryw bazaltowych na miedzionośnym cechsztynie oraz ich składu chemicznego zarówno w odniesieniu do pierwiastków podstawowych jak i śladowych i rozproszonych nie ma podstaw twierdzić, aby lawy te dostarczyły miedzi otaczającym pokrywy względnie kominy miedzionośnym wapieniom względnie łupkom cechsztyńskim.

W zakończeniu pragniemy podziękować Panu Profesorowi dr Janowi Kuhlowi za cenne wskazówki i rady udzielane nam w czasie wykonywania niniejszej pracy.

LITERATURA

- [1] KIRKIŃSKAJA W.N.: (1958) Sprawozdanie rukowadctwo po petrografii osadocnych porod. T. II, poz. 1 (Piroklastyczne porody).
- [2] KONSTANTYNOWICZ E.: (1965) Mineralizacja utworów cechsztynu niecki północnosudeckiej (Dolny Śląsk). Prace Geologiczne nr 26. PAN O/Kraków.
- [3] PARACHONIAK W.: (1962) Miocenne utwory piroklastyczne przedgórza Karpat Polskich. Prace Geologiczne nr 11. PAN O/Kraków.

- [4] PENDIAS H., MACIEJEWSKI S.: (1959) Zbiór analiz chemicznych skał magmowych i metamorficznych Dolnego Śląska I.G. Prace t. XXIV.
- [5] ROSENBUSCH H.: (1923) Elemente der Gesteinlehre. Stuttgart.
- [6] SMULIKOWSKI K.: (1960) Regionalna Geologia Polski t. III. Sudety, z. 2.
- [7] SZPIŁA K.: (1959) Pierwiastki śladowe w zasadowych wulkanitach Dolnego Śląska. Arch. Min. T. III, z. 2.
- [8] WINCHELL A.N.: (1959) Elements of optical mineralogy. N. York - London.
- [9] WEDEPOHL H.K.: (1961) Geochemische und petrographische Untersuchung an einigen jungen Eruptivgesteinen Nordwestdeutschlands. Forsch. d. Mineral. 39 nr 1.

БАЗАЛЬТОВЫЕ ПОКРОВЫ И СОПУТСТВУЮЩИЕ ИМ ТУФЫ В ЦЕХШТЫНСКОЙ
МЕДЕНОСНОЙ МУЛЬДЕ МЕЖДУ ЗЛОТОРЫЕЙ И БОЛЕСЛАВЦЕМ

ЧАСТЬ 1. БАЗАЛЬТЫ ИЗ ШАХТЫ "Л"

Р е з ю м е

В работе представлены результаты исследований базальтов, базальтовых туфов, а также продукты их преобразований.

На основании проведённых исследований эти базальты зачислены к фельшпатидным базальтам, переходящих в лимбургит. В химическом и минеральном отношении в некоторой степени они похожи на некоторые виды нижнесилезских базальтов. Характерным для этих скал является офито-делерутная, указывающая, что их кристаллизация пробегала, главным образом, внутри магматического бассейна из лавы, убогой в газовые элементы.

Среди продуктов преобразования базальта определен главным образом галлуазит, наряду с монтмориллонитом и сидеритом.

Сопровождающие базальты туфы имеют характер лапшиловый или лапшилово-бомбовый. Содержат они значительное количество включений.

BASALT COVERS AND TUFFS IN THE COPPER CECHSZTYN BASIN
BETWEEN ZŁOTORYJA AND BOLESŁAWIEC
PART I. BASALTS FROM THE "L" MINE

S u m m a r y

In the paper the examination results of basalts, basalt tuffs and the products of their alterations have been presented.

On the ground of the research work which has been carried out, these basalts have been included into the group of feldspar basalts, passing into limburgites. From the chemical and mineral point of view they are similar to some kinds of Lower Silesia basalts.

Their ofit-delerite structure was characteristic of these rocks, that shows that their crystallization had taken place mainly inside the magma reservoir and was formed from lava consisting of small gas quantity constituents.

Among basalt alteration products there were mainly haloisite, beside montmorylonite and syderite.

Tuffs accompanying basalts were of lappil or bomb-lappil character. They had large quantities of enclaves.