

NOWE DANE O ZŁOŻU BAZALTÓW SULIKOWA W ŚWIELE BADAŃ PETROGRAFICZNYCH

UKD 553.532:552.333.8/498.262 Lubań)

W geologicznych pracach badawczych złoża bazaltów Sulików, prowadzonych w ramach dokumentacji geologicznej w kat. B+C₁ przez Wrocławskie Przedsiębiorstwo Geologiczne w 1974 r. wykonano badania petrograficzne próbek pochodzących z czynnego kamieniołomu w Sulikowie i otworów wiertniczych (1). Badaniami objęto zróżnicowane strukturalnie odmiany, reprezentujące zarówno świeże skały bazaltowe, jak i odmiany zmienione wskutek procesów wietrzenia chemicznego i fizycznego, utwory piroklastyczne oraz nawiercone skały podłoża. W artykule przedstawiono niektóre wyniki przeprowadzonych badań petrograficznych opartych na obserwacjach mikroskopowych, termicznych, rentgenostrukturalnych oraz analiz chemicznych.

Bazalty Sulikowa wiąże się z intruzją law bazaltowych na obszarze basenu Radomierzyc, który jest jednym z najważniejszych elementów struktur zapadliskowych strefy obniżenia formacji burowęglowej Żytawa — Siekierczyn (2). Przyjmuje się, że trzeciorzędowa działalność wulkaniczna miała miejsce w okresie od oligocenu do miocenu, równocześnie z sedimentacją formacji burowęglowej (2, 7). Podłoże basenu Radomierzyc stanowią granodjoryty zawirowskie, granity rumburskie i ich okrywa osadowa, należąca do lużyckiej formacji szarowakowej (3, 9). W kilku otworach wiertniczych na złożu stwierdzono występowanie szarogłazów i sfiylitizowanych łupków ilastych i ilasto-piaszczystych. Te ostatnie reprezentują miękkie skały bogate w serycyt i muskowit, z udziałem granoblastycznych agregatów kwarcu i skaleni. Wykazują one znaczną analogię do składu ordowiku kaczawskiego (9). W bezpośrednim kontakcie z szarogłazami występują pod pokrywą bazaltową ciemnoszare utwory o charakterze błota tufowego (lahary), zawierające obok materiału piroklastycznego okruchy skał podłoża, ziarna kwarcu, skaleni, biotytu oraz fragmenty ksytytowe. Udział substancji organicznej w tle skały oraz obecność okruchów pochodzących z ksytytowych węgli brunatnych w osadach występujących w spągu intruzji sugerują, że sedimentacja utworów for-

macji burowęglowej wyprzedzała erupcję lawy bazaltowej.

Utwory tufowe, którym towarzyszą brekcje tufogeniczne występują nie tylko wprost na skałach podłoża, ale przedzielają produkty związane z fazą lawowej działalności erupcji. Wykształcenie i przestrzenny układ kolumn obserwowany w czynnym kamieniołomie w Sulikowie (4) wskazuje na to, że reprezentuje on czop wulkaniczny, przechodzący w partiami brzeżnych w pokrywę lawową (ryc. 1). Widoczne w południowo-wschodniej części kamieniołomu zaburzenie w układzie kolumn powoduje wachlarzowate ich ułożenie i prawie poziome lekko wklęsłe wygięcie (ryc. 2). Występowanie w spągowej partii tej części odsłonięcia utworów tufogenicznych może świadczyć, że odmienny układ słupów i ich spękania były spowodowane eksplozywno-lawową działalnością następnego etapu erupcji bazaltowej i wciskaniem się w powstałe szczeliny utworów piroklastycznych. Z kolejnym etapem działalności magmowej tego samego pnia wulkanicznego wiąże się, być może, odsłonięta obok strefy zaburzonej, biegnąca lekko skośnie, forma żyłowa (ryc. 3).

Według K. Birkenmajera (3) w centrum czopu wulkanicznego w Sulikowie występuje młodsza generacja bazanitoidowej lawy, przebijająca pokrywę nefelinitu. Wykonane badania petrograficzne wykazały, że zróżnicowanie charakteru petrograficznego w obrębie intruzji wynika raczej z pierwotnego odmieszania w czasie krystalizacji intrudującej magmy bazaltowej. Zgodnie z klasyfikacją K. Smulikowskiego (8, 9) bazalty złoża Sulików reprezentują głównie nefelinity oraz ankaratryty, rzadziej bazalty właściwe i bazanity (tab. I). Bazalty szkliste (limburgity) występują w stropowej partii intruzji i w jej części środkowej, w sąsiedztwie utworów tufowych. Wydaje się to świadczyć o kilkuetapowej erupcji lawy i szybkim krzepnięciu w warunkach gwałtownego stygnięcia stropowych partii potoków lawowych. Kolejną fazę erupcji lawowej poprzedzała prawdopodobnie działalność fazy gazowo-po-

Tabela I

PROCENTOWY SKŁAD MINERALNY BAZALTÓW SULIKOWA
(NA PODSTAWIE ANALIZ PLANIMETRYCZNYCH)

Numery próbek	Ciasto skalne						Fenokryształy			Minerały wtórne							Minerały akcesor.		Razem
	piroksen	nefelin	magnetyt	plagioklaz	olivin	szkliwo wulkaniczne	piroksen	olivin	skalen	idungsyty	serpentyt	chloryt	węglin	tlenki żelaza	zeolity	seledonit	biotyt	aparyt	
1	60,86	22,15	9,38	—	—	—	0,94	0,63	—	2,66	0,05	—	—	1,16	—	—	1,94	0,23	100,0
2	55,23	20,20	11,32	—	0,10	—	1,46	0,91	—	8,61	—	—	—	1,07	0,40	—	0,40	0,30	100,0
3	55,04	21,82	9,38	—	0,18	—	1,06	0,35	—	6,44	0,29	0,35	—	0,06	3,48	—	1,49	0,06	100,0
4	51,41	23,35	7,69	—	0,06	—	3,42	1,68	—	9,50	—	—	—	—	2,53	—	0,24	0,14	100,0
5	72,08	8,95	5,10	—	0,44	—	1,60	4,58	—	6,49	0,20	—	—	—	0,17	—	0,32	0,17	100,0
6	49,58	8,62	14,48	—	2,69	—	3,86	5,76	—	12,74	—	0,32	—	—	1,37	—	0,58	—	100,0
7	72,90	7,67	9,92	—	—	—	1,93	1,33	—	—	3,58	0,23	0,18	0,33	1,01	—	0,92	—	100,0
8	67,76	5,11	10,43	—	1,47	—	1,74	1,21	—	10,96	—	—	—	—	0,66	—	0,66	—	100,0
9	17,55	3,56	6,59	—	0,54	62,42	3,36	2,55	—	2,15	—	—	—	0,20	1,08	—	—	—	100,0
10	7,07	1,88	4,70	0,44	—	60,22	9,28	9,23	1,38	0,66	—	0,99	—	—	2,27	—	—	—	100,0
11	3,40	—	4,75	—	—	66,99	6,05	1,30	—	8,16	0,43	—	8,10	—	0,82	—	—	—	100,0
12	47,01	—	4,62	11,53	0,30	—	3,35	26,80	—	1,06	0,27	0,78	0,27	0,12	—	3,80	—	0,09	100,0
13	50,38	5,43	9,57	2,07	1,09	6,30	11,36	6,74	—	2,88	—	0,27	—	0,49	1,58	—	1,84	—	100,0

Próbki nr 1—3 z kamieniołomu Sulików; próbki nr 4—13 z otworów.



Ryc. 1. Zdjęcie północnej ściany kamieniołomu w Sulikowie.

Fig. 1. Northern wall of quarry at Sulików.

piołowej, której zawdzięczają swoją obecność utwory piroklastyczne, przykrywające często zeszlona powierzchnię poprzedniego wylewu.

Makroskopowe zróżnicowanie skał bazaltowych zaznacza się niewyraźnie. Przedstawiają one masywne, czarne lub ciemnoszare skały o strukturze afanitowej lub porfirowej. Tekstury gąbczaste — migdałowcowe obserwowano w limburgitach. Nefelinity oraz ankaratryty wykazują pod mikroskopem struktury od holo- do hipokrystaliczno-porfirowych, tekstury na ogół bezładne. Limburgity charakteryzuje szklisto-porfirowa struktura, tekstura mikro-porowata. Mikrolityczne ciasto skalne o zróżnicowanej wielkości kryształów w przedziale od 0,006 do 0,06 mm ma skład złożony; w poszczególnych odmianach: piroksenowo-nefelinowy, piroksenowo-nefelinowo-plagioklazowy, piroksenowo-plagioklazowy lub piroksenowy. W każdym z wymienionych rodzajów tła stwierdzono mniejszą lub większą zawartość szkliwa.

W skład ciasta skalnego wchodzi także mikrolity oliwinów. Fenokryształy o wymiarach do 2 mm stanowią głównie oliwiny, pirokseny (augit), rzadziej skalenie (labrador, andezyn). Z minerałów akcesorycznych pojawia się biotyt i apatyt. Produktami wtórnych przeobrażeń, którym ulegają oliwiny, skalenie oraz nefelin są: iddyngsyty, chloryt, serpentyn, węglany, minerały ilaste, zeolity oraz uwodnione tlenki żelaza. Nieznaczne wahania w składzie mineralnym oraz stopniowe przejścia jednych odmian w drugie, w profilu pionowym, wskazują na związek zróżnicowania charakteru petrograficznego z dyferencjacją grawitacyjną magmy tworzącej intruzję.

Część próbek poddano analizom chemicznym, które zostały wykonane w Laboratorium Chemicznym Przedsiębiorstwa Geologicznego we Wrocławiu (tab. II). W celu ustalenia ich stanowiska systematycznego wyliczono skład normatywny metodą CIPW (tab. III). Zawartość normatywnych skałeniowców, skałeni alkalicznych i plagioklazów prze-liczono na 100% i naniesiono na trójkąt klasyfikacyjny Johannsena, Niggiego i Smulikowskiego. Punkty projekcyjne wypadły głównie w polu trachybazanitów oraz bazanitów.

Na podstawie wyników analiz chemicznych można stwierdzić, że omawiane skały charakteryzują



Ryc. 2. Zdjęcie w SE części kamieniołomu w Sulikowie. Ściana o zaburzonym układzie słupów.
Fig. 2. South-eastern part of quarry at Sulików. Wall displaying disturbed pattern of basalt pillars.



Ryc. 3. Zdjęcie ściany południowej, nieco dalej na W od strony zaburzonej (ryc. 2).

Fig. 3. Southern wall of the quarry, somewhat further to the west of the disturbances visible in Fig. 2.

się niedomiarem krzemionki i alkalicznością odpowiadającą skałom należącym do atlantyckiego szeregu magmowego (7). Bazalty Sulikowa ulegają w znacznym stopniu procesom wietrzenia chemicznego i fizycznego oraz przeobrażeniom określonych mianem tzw. zgorzeli. Procesy fizyczne obserwuje się głównie w postaci wietrzenia kulistego, powstającego w słupach o nieregularnych spękaniach, w których ułożenie kulistych form wietrzennych zależy od przebiegu płaszczyzn spękań. Najintensywniejszym przeobrażeniom chemicznym ulegają bazalty szkliste, zbudowane głównie z najmniej odpornych składników omawianych skał (szkliwa wulkanicznego i oliwinów).

Wietrzenie chemiczne skał ulegających tym procesom przebiega w dwóch stadiach. Pierwszy obejmuje przeobrażenia, przy których spójność skały nie ulega zmianie. Na powierzchniach przełamu widoczne są jasnoszare obwódki wokół rdzawoczerwonych plamek po przeobrażonych oliwinach. Następny etap stanowi hydrolityczny rozkład minerałów krzemianowych, prowadzący do powstania minerałów ilastych (5). Identyfikacja składu mineralnego zwietrzałych bazaltów szklistych, wykonana również na podstawie analiz termicznych (ryc. 4), wykazała

Tabela II

ANALIZY CHEMICZNE BAZALTÓW SULIKOWA

Składniki w % wag.	Numer próbki													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SiO ₂	40,31	39,15	40,02	39,84	41,63	39,84	40,24	40,30	39,73	40,14	38,97	40,20	42,05	39,26
Fe ₂ O ₃	9,46	11,61	10,16	10,20	9,30	9,96	8,24	11,00	7,11	9,72	6,99	7,46	4,90	13,95
FeO	5,21	3,00	4,31	3,96	5,96	3,90	5,78	4,17	6,21	5,35	5,57	5,35	6,68	4,00
Al ₂ O ₃	14,71	14,65	14,65	15,10	15,33	13,56	13,84	15,27	14,82	14,11	14,98	15,10	13,07	19,88
TiO ₂	2,30	2,18	2,40	2,45	2,25	2,25	2,15	2,35	2,40	2,08	2,65	3,12	2,60	2,33
MnO	0,15	0,15	0,17	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14	0,15	0,15	0,18	0,15	0,14	0,19
P ₂ O ₅	0,77	1,02	0,77	0,89	0,62	0,98	0,79	0,82	0,80	0,57	0,65	0,67	0,46	1,06
SO ₃	0,09	0,08	0,10	0,12	0,15	0,12	0,13	0,10	0,09	0,15	0,04	0,06	0,08	0,13
CaO	13,75	14,80	14,56	14,86	12,74	13,84	13,22	14,84	13,50	12,74	14,08	12,56	12,53	4,48
MgO	6,91	7,12	6,24	6,54	5,35	9,00	9,13	4,62	3,20	8,96	9,51	9,35	11,64	2,20
Na ₂ O	3,77	3,38	4,26	3,82	3,64	3,66	3,46	1,81	3,60	3,62	3,02	3,38	2,72	4,12
K ₂ O	1,11	0,90	1,00	0,91	1,28	0,92	1,28	1,18	1,20	1,23	1,06	0,97	1,16	0,53
CO ₂	0,14	0,15	0,16	0,14	0,16	0,17	0,22	0,12	0,24	0,27	0,26	0,26	0,32	0,27
H ₂ O ⁻	0,93	1,38	1,63	1,21	1,02	1,55	1,18	1,81	0,78	0,74	2,90	1,47	1,59	11,80
H ₂ O ⁺	1,44	2,32	1,34	1,80	1,26	2,33	1,76	3,61	1,38	1,10	2,13	1,72	1,68	7,98
Suma:	101,05	101,89	101,77	101,98	100,82	101,01	101,66	102,36	95,19	100,93	102,99	101,82	101,62	112,18

Próbki nr 1–10 z kamieniołomu Sulików, próbki nr 11–13 — otwór nr 10; próbka nr 14 — zwłetrzały bazalt.

Tabela III

SKŁAD NORMATYWNY (CIPW) BAZALTÓW SULIKOWA

Minerały normatywne (% wag.)	Numery próbek												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
kwarc (Q)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
korund (C)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ortoklaz (Or)	6,61	5,39	5,94	5,44	7,87	5,44	7,61	7,11	7,56	7,28	—	5,78	6,89
albit (al)	3,02	0,31	1,11	0,31	9,51	1,41	1,68	10,24	12,05	2,54	—	4,93	4,62
anortyt (an)	21,35	23,79	19,46	22,87	23,54	20,09	22,04	32,77	24,13	21,01	26,52	25,27	22,65
leucyt (lc)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,60	—	—
nefelin (ne)	14,63	14,34	17,77	16,18	10,20	14,34	13,22	1,23	9,28	13,07	12,26	11,15	7,78
tenardyt (th)	0,15	0,14	0,17	0,21	0,25	0,21	0,22	0,17	0,15	0,25	0,07	0,09	0,14
natrokalcyt (nc)	0,33	0,36	0,38	0,33	0,38	0,38	0,53	0,53	0,59	0,64	0,62	0,62	0,76
suma sal	46,09	44,33	44,83	45,34	51,55	41,87	45,30	52,05	53,76	44,79	44,07	47,84	42,84
diopsyd (di)	33,22	34,56	34,06	35,64	28,40	33,80	31,68	25,74	20,24	30,89	31,16	26,13	29,26
wollastonit (wo)	—	—	2,05	—	—	—	—	1,97	6,07	—	—	—	—
hipersten (hy)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
oliwin (o)	1,46	1,48	—	—	0,29	5,81	6,11	—	—	5,98	7,22	8,12	13,48
magnetyt (mt)	10,71	3,92	7,54	6,17	13,24	6,84	12,08	7,37	11,08	11,80	10,32	8,81	7,21
hematyt (hm)	1,26	9,12	5,07	6,04	0,30	5,40	—	6,27	—	1,66	—	1,48	—
ilmenit (il)	4,42	4,21	4,62	4,69	4,33	4,18	4,30	4,59	4,87	3,98	5,12	6,00	5,01
apatyt (ap)	1,70	2,20	1,67	1,95	1,36	2,13	1,73	1,82	1,82	1,24	1,42	1,45	0,99
Suma Fem	52,77	55,49	55,01	54,49	47,92	58,16	55,90	47,76	44,08	55,05	52,24	51,99	55,95
H ₂ O	2,37	3,70	2,97	3,01	2,28	3,88	2,94	5,42	2,16	1,84	5,03	3,19	3,27
Sal + Fem	101,23	103,52	102,81	102,84	101,75	103,91	104,14	104,23	100,00	101,68	104,34	103,02	102,06
Symbol skały	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)	III(I)
	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.	6.3.4.

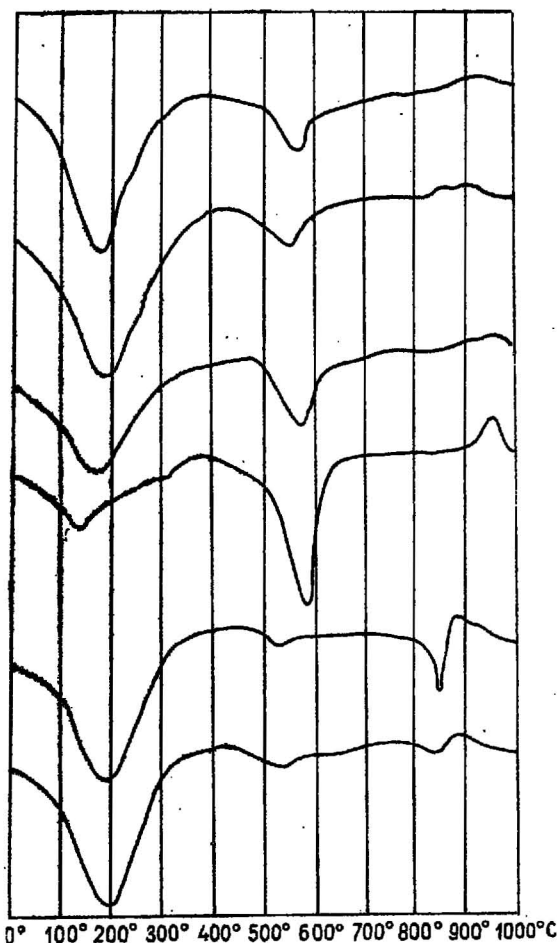
Próbki nr 1–10 z kamieniołomu Sulików, próbki nr 11–13 — otwór nr 10.

obecność uwodnionego holoizytu i illitu lub pakietów mieszanych illitowo-montmorylonitowych. W podobny sposób przebiega wietrzenie tufów wtroklastycznych leżących na szklanych lawach lub je podścielających.

Jak podaje L. Stoch (10) minerały o mieszanych pakietach illitowo-montmorylonitowych tworzą się dość łatwo w sprzyjających warunkach, w wyniku wietrzenia materiału pochodzenia piroklastycznego zasobnego w szklivo. Analiza chemiczna zwietrzałego bazaltu szklatego wykazała, w stosunku do bazaltów świeżych, wyraźną redukcję CaO, MgO i K₂O oraz wzbogacenie w Al₂O₃, Fe₂O₃ i wodę związaną (tab. II). Przeobrażenia te są typowe dla wietrzenia ilastego, w którym nie doszło do uruchomienia krzemionki. Zgorzel obejmuje głównie

odmiany reprezentowane przez ankaratryty i nefelinity, które wykazują znaczny stopień odporności na wietrzenie chemiczne, związany z poważną zawartością jednego z najbardziej odpornych składników, jakimi są pirokseny. Obserwacje mikroskopowe wykazały, że zeolitizacja nefelinowego tła skały tylko w nieznacznym stopniu zaznacza się intensywniej w próbkach objętych procesem zgorzeli.

W początkowym stadium procesu zgorzelowego w skałe uwidaczniają się ślady budowy gruzełkowej, przy zachowanej zwięzłości, następnie tło skały szarzeje, plamki zgorzelowate wyodrębniają się wyraźnie i w końcowym etapie skała rozpada się na ostrokrawędziste gruzełki. W tym ostatnim stadium występuje często silnie zaawansowany proces rozkładu chemicznego skały. Istnieje wiele prób wy-



Ryc. 4. Krzywe TAR zwietrzalnych bazaltów szklanych. Analizy wykonana J. Kossowska z Oddz. Dolnośl. IG.

Fig. 4. DTA curves for weathered glassy basalts. Analyses made by J. Kossowska from Lower Silesian Branch of the Institute of Geology.

SUMMARY

Tertiary basalts from Sulików form intrusion in the form of plug, passing in marginal parts into lava cover (3, 7). The substratum is formed of graywackes and phyllitized clay-sandy slates markedly resembling Kaczawa Ordovician rocks (9). From the point of view of petrology the basalts are represented by nephelinites, ankaratrites, limburginites and, sometimes, by basalts proper and basanites (8) (see Table I). This differentiation has the nature of mixing of during crystallization of basic magma. The chemical analyses (Table II) have shown impoverishment in silica and increased alkalinity, typical of the rocks of Atlantic igneous series (7); normative composition of these rocks corresponds to that of trachybasalts and basanites (Table III). Chemical weathering processes are highly intense in the case of glassy basalts and their tuffs, whereas scale processes — in ankaratrites and nephelinites.

jaśnienia problemu powstania zgorzeli bazaltowej, z których jedna wiąże obecność plamek zgorzelonych z wewnętrznymi naprężeniami przy zastyganiu szklawa (6, 11). Badania mikroskopowe, chemiczne i rentgenowskie próbek objętych procesem zgorzeli oraz nie wykazujących jego objawów nie pozwoliły na wyodrębnienie zasadniczych różnic w ich jakościowym składzie mineralnym. Dalsze badania w tym kierunku wymagają zastosowania metod strukturalnych w odniesieniu do oddzielnych faz krystalicznych oraz metod analizy chemicznej w mikroobszarze.

LITERATURA

1. Banaś-Chuchmała G. — Opracowanie petrograficzne. Dokumentacja geologiczna złoża bazaltów Sulików w kat. B+C₁. Arch. PG. Wrocław, 1974.
2. Berezowski Z. — Utwory trzeciorzędowe basenu sedimentacyjnego Radomierzyc. Kwart. geol. 1964, nr 4.
3. Birkenmajer K. — Bazalty dolnośląskie jako zabytki przyrody nieożywionej. Ochrona Przyrody, R. 32, 1967.
4. Cichoń B. — Zdjęcie geologiczne okolic Sulikowa (praca magisterska). Arch. Uniw. Wrocław, Wrocław, 1970.
5. Görlich E. — O powstawaniu minerałów ilastych. Arch. min., 1957, T. 21, z. 2.
6. Keil K. — Ingenieurgeologie und Geotechnik. Halle, 1951.
7. Jerzmański J., Maciejewski S. — Tertiary Basalts in Lower Silesia. Biul. Inst. Geol., 1968, nr 227.
8. Smulikowski K. — Wulkanity trzeciorzędowe. Regionalna geologia Polski. Sudety. T. 3, z. 2, 1960.
9. Smulikowski K., Teisseyre H. — Budowa geologiczna Sudetów Zachodnich. Regionalna geologia Polski. Sudety. T. 3, z. 1, 1957.
10. Stoch L. — Minerale ilaste. Wyd. Geol., 1974.
11. Wojno T., Pentlakowa Z. — Własności techniczne skał. Wyd. Geol., 1956.

РЕЗЮМЕ

Третичные базальты района с. Суликов образуют штокообразную форму, переходящую по краям в лавовый покров (3, 7). Они подстилаются граувакками и тиллитизированными глинисто-песчанистыми сланцами, очень сходные с ордовическими породами качавского комплекса (9). Петрографически базальты представлены (табл. I) нефелинитами, анкаратритами, лимбургитами, реже собственно базальтами и базанитами (8). Дифференциация носит признаки отщепления во время кристаллизации базальтовой магмы. В химическом составе (табл. II) отмечается недостаток кремнезёма и повышенное количество щелочных компонентов, что соответствует породам атлантического ряда (7), а по нормативному составу — трахибазанитам и базанитам (табл. III). Интенсивному химическому выветриванию подверглись стекловатые базальты и их туфы, а анкаратриты и нефелиниты чаще всего характеризуются развитием окарины.