

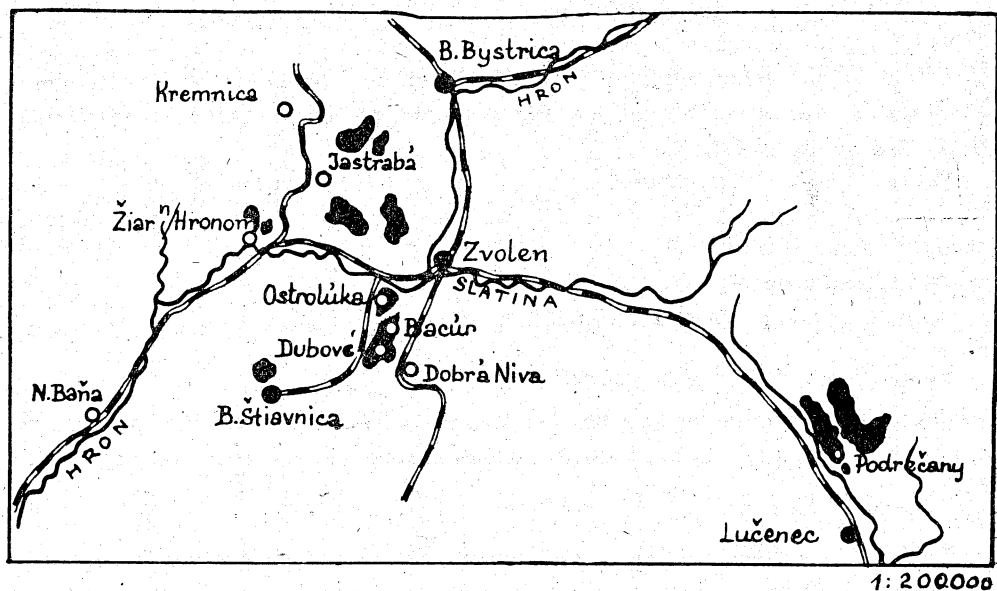
MÁRIA ČAJKOVÁ

OLIVÍNOVÉ HORNINY Z OSTREJ LÚKY

(Obr. 11—14 v texte, ruské a nemecké resumé)

Úvod

O olivínových horninách z Ostrej Lúky je v literatúre iba nepatrná zmienka veľmi starých dát bez petrografickej charakteristiky týchto hornín. Fiala opisuje čadiče z oblasti Dubového a Bacúra. O čadiči z Ostrej Lúky sa podrobnejšie nezmieňuje. Geologicko-petrografickým terénnym i laboratórnym výskumom z rokov 1955—1956, týkajúcim sa tejto oblasti, sa potvrdilo, že v oblasti Ostrá Lúka—Dubové—Bacúr (od údolia Hrona až po údlie rieky Neresnica) tiahne sa prúd mladotrefohorných bazaltových vulkanitov dlhý 11 km a 1—2,5 km široký. Prúd je viac-menej súvislý, mierne ohnutý vo smere SSZ—JJZ,



Obr. 11. Situácia.

mierne sa zvažujúci na juh. V priebehu celého prúdu vykazujú horniny väčšie-menšie rozdiely v makroskopickom výzore, jednak v štruktúre a jednak v obsahu minerálnych komponentov. Tak hornina severnej časti prúdu (Ostrá Lúka) je doleritová, kompaktná, v oblasti Bacúra je doleritová porózna, hubovitá až škvárovitá a v oblasti Dubového trachytická až hyalopilitická. Rozdiely v obsahu minerálnych komponentov uvádzam ďalej.

Pretože hornina severnej časti tohto prúdu (Ostrá Lúka) je odlišná makroskopicky i mikroskopicky a v literatúre je len zmienka o jej existencii, uvádzam podrobný petrografický i petrochemický rozbor tejto horniny.

Na obr. 11 je vyznačená situácia podrobne opisovaného bazaltu a situácia porovnávacích bazaltových hornín.

Petrografická časť

Makroskopický opis horniny: vzorka Č₁, Č₂, Č₃, Č₄. Hornina je farby šedočiernej, porfýrovitá—zrnatá. Zrornosť stredná až malá. Okom rozlíšiteľné súčiastky: olivín, živce, základná hmota.

Olivín — žltozelené, izometrické i v jednom smere predĺžené vyrastlice s nerovnými štiepnymi plôškami, čerstvé, priemerne 4 mm veľké.

Živce — lesklé, číre, lištovité i tabuľkovité vyrastlice s hladkými štiepnymi plôškami, priemerne 4 mm veľké.

Základná hmota sa javí voľným okom ako celistvá, pod lupou ako jemnozrnatá. Hornina je pri pozorovaní voľným okom kompaktná. Lupou možno zistiť nepatrne póry, max. 2 mm veľké, vyplnené jemne ihličkovitými, sféroliticky usporiadanými kryštálkami natrolitu. Hornina je čerstvá. Lomné plôšky sú nerovné — mierne drsné, lomné hrany ostré.

Mikroskopický opis: výbrus Č₁, Č₂, Č₃, Č₄. Štruktúra holokryštalická, bez vulkanického skla, porfýrovitá—megafýrová—glomerofýrová, so základnou doleritovou hmotou.

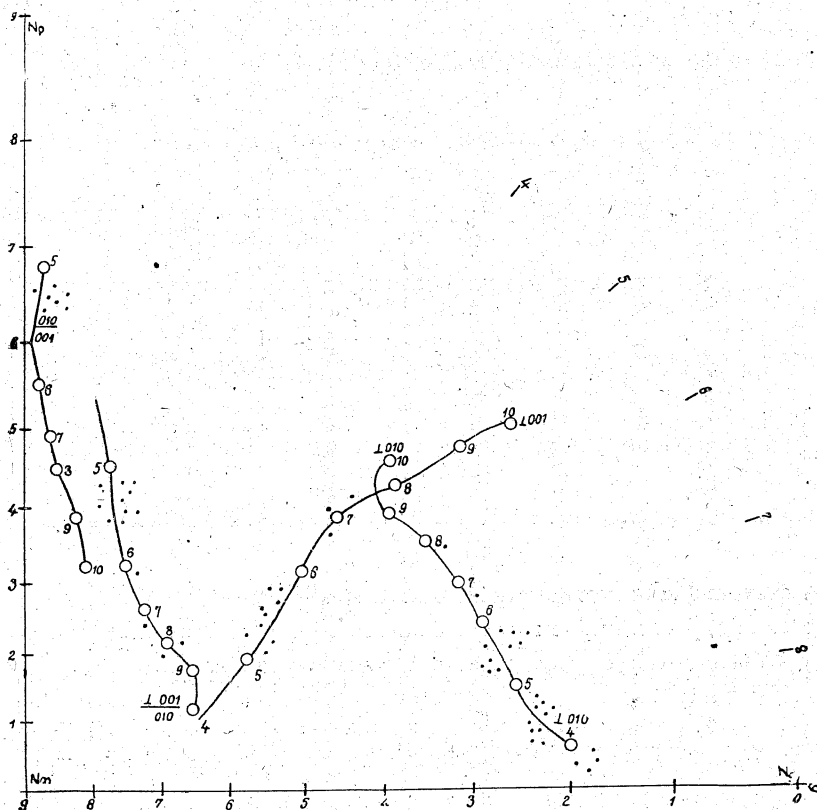
Vyrastlice tvoria: živce, olivíny, pyroxény.

Základnú hmotu tvoria: živce, olivíny, nefelíny, pyroxény, magnetit, amfibol, natrolit.

Porfýrové vyrastlice: živce porfýrových vyrastlíc sú idiomorfne i hypidiomorfne vyvinuté, až 1 cm veľké, priemerne 2—6 mm veľké, stebelnaté i tabuľkovité, všetky zdvojiténé podľa albitového i karlovarskeho zákona, bez výrazne orientovaných štiepných trhlín, slabo protoklazované, po puklinách nepatrne sericitizované, inak čerstvé. Zložením zodpovedajú prevažne andezínu a andezín-labradoritu.

Vcelku sa premeralo 54 polysynteticky lamelovaných kryštálov živcov. Hodnoty dvojlomu sa stanovili pomocou Berekovho kompenzátora, a to na každom meranom jedinci jedna (v tabuľke podčiarknutá) hodnota dvojlomu. Ďalšie dve hod-

Č.	Ng—Np	Nm—Np	Ng—Nm	2 V	O. ch.	Pomenovanie podľa % An zložky
1	0,0069	0,0029	0,0035	87,5	+	andezín
2	0,0071	0,0030	0,0036	88,3	+	andezín
3	0,0071	0,0028	0,0033	86,2	—	oligoklas—andezín
4	0,0068	0,0032	0,0036	87,0	+	oligoklas—andezín
5	0,0079	0,0030	0,0047	76,0	+	labrador
6	0,0078	0,0029	0,0048	78,0	+	labrador
7	0,0079	0,0031	0,0047	80,0	—	labrador—bytownit
8	0,0079	0,0030	0,0048	86,0	+	andezín—labrador
9	0,0077	0,0029	0,0047	84,0	+	andezín—labrador
10	0,0089	0,0048	0,0041	82,5	+	andezín—labrador
11	0,0091	0,0041	0,0039	83,0	+	labrador—bytownit



Obr. 12. Poloha živcov určených na základe vzdialeností D_0 od Nm, Ng a Np v Nikitinovom diagrame.

noty sa vypočítali na diagrame Boldyreva na základe jednej známej hodnoty dvoj-
lomlu a hodnoty 2V nameranej na Fedorovovom stolíku. Výsledky nameraných
konštánt sa overovali stanovením Do bezprostredne na Fedorovovom stolíku (pre-
tože grafické určenie Do vo väčšine prípadov nebolo možné) a pomocou súradníc
DoNg, DoNm a DoNp na Nikitinovom diagrame sa stanovila poloha určova-
ných živcov. Na diagrame spadajú stopy živcov prevažne do blízkosti kriviek

001, 010, $\frac{010}{001}$; tieto symboly zodpovedajú rovinám zrazu. Čísla na krivkách
zodpovedajú percentu An zložky.

Olivín porfýrových vyrastlíc je idiomorfne i alotriomorfne vyvinutý, 3 mm až
1 cm veľký, s neorientovanými štiepnymi trhlínami i nedokonalými, orientovanými
podľa 010. Niektoré jedince sú silne korodované. V zložení celkove prevláda
forsteritová zložka. Po puklinách je slabo premenený. Sekundárne minerály zod-
povedajú boulingitu a sludnatým minerálom.

Boulingit tvorí jemnovláknité kryštáliky po puklinách i na obvode zrn olivínu.
Pri jednom nikole je žltohnedý, slabo pleochroický (svetložltohnedý, sýto žlt-
ohnedý). Dvojlom je prostredný (0,021—0,028).

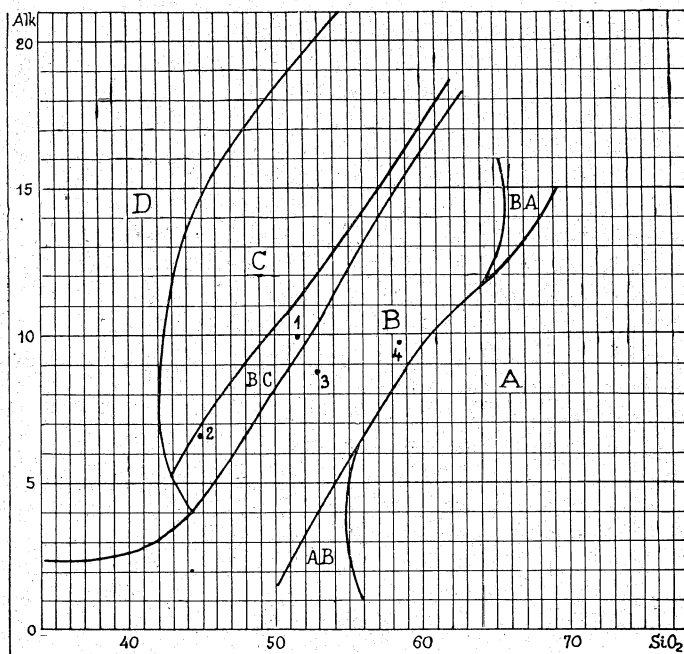
Priemerné hodnoty 2 V a Ng—Np olivínu
namerané na 4 osovom Fedorovovom stolíku

Čís.	Farba	2 V	Ng—Np	% Fo a % Fa zložkv
1	žltkastý	68,4	0,042	Fo ₄₀ Fa ₆₀
2	čirý	98,2	0,032	Fo
3	svetlozelený	86,7	0,037	Fo ₈₀ Fa ₂₀
4	čirý	69,5	0,043	Fo ₄₀ Fa ₆₀
5	svetlozelený	77,0	0,041	Fo ₆₀ Fa ₄₀
6	zelenožltý	87,4	0,037	Fo ₈₀ Fa ₂₀
7	zelenožltý	85,0	0,036	Fo ₈₀ Fa ₂₀
8	zelenožltý	68,9	0,042	Fo ₄₀ Fa ₆₀
9	zelený	89,0	0,039	Fo ₈₀ Fa ₂₀

Na 4 osovom Fedorovovom stolíku sa namerali konštanty 2V a Ng—Np. Che-
mické zloženie, percentuálne zastúpenie zložiek Fo a Fa, vypočítalo sa na základe
hodnoty 2V a hodnoty dvojlomlu podľa Winchelových tabuliek.

Pyroxény porfýrových vyrastlíc vytvárajú idiomorfne stĺpcokovité kryštáliky
2—7 mm veľké, svetlozelené, niektoré jedince sú sfarbené slabo fialovo. Majú
výrazné, orientované štiepne trhliny, niektoré sú polysynteticky i dvojčatne lame-
lované podľa 010. Majú početné uzavreniny zrníček magnetitu, niekedy zonárne
usporiadaných. Niektoré jedince sú slabo korodované. Sú čerstvé. Zložením odpo-
vedajú diopsidu, augitu, titanaugitu.

Čís.	Farba	Ng : (001)	2 V	Ng—Np	Názov
1	Nm červenkastý	40,9	58,3	0,024	feroaugit
2	Nm fialovastý	49,0	50,0	0,024	titánaugit
3	svetlozelený	38,3	57,8	0,029	diopsid
4	svetlozelený	38,4	58,3	0,031	diopsid
5	svetlozelený	38,2	57,0	0,031	diopsid
6	svetlozelený	38,1	58,2	0,031	diopsid
7	svetlozelený	41,7	58,4	0,023	augit
8	čírý	41,4	58,2	0,023	augit
9	čírý	41,3	58,3	0,023	augit



Obr. 13. Poloha analýzy 1. až 4. v Rittmanovom grafe č. 4.

Základná hmota: živce základnej hmoty sú prevažne idiomorfné, lištovité, dvojčatne lamelované labradority, menej hypidiomorfné, zdvojitnené andezíny (n živcov meraný imerznou metódou).

Nefelín vystupuje v idiomorfných, štvoruholníkovitých prierezoch i v alotriomorfne obmedzených kryštálikoch. Má výrazné, neorientované štiepne trhliny, niekedy je zdvojitnený. N je nepatrne nižší ako n k b. Je jednoosový, optický charakter je —.

Váhové percentá chemických analýz

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	+H ₂ O	-H ₂ O	P ₂ O ₅	Celkom
1	51,45	3,33	14,96	4,90	5,19	0,16	5,46	6,39	5,10	2,20	0,71	0,56	0,31	100,25
2	44,73	2,24	14,62	3,59	7,12	0,14	13,00	8,80	2,82	1,14	0,92	0,35	0,47	100,09
3	50,30	0,30	18,32	6,56	2,42	0,12	5,25	9,84	4,35	1,86	—	—	0,17	99,49
4	48,28	2,00	17,94	3,63	6,19	0,16	5,24	5,97	4,82	2,41	2,19	0,33	0,78	99,86

Niggliho hodnoty analýz 1—4

	Al'	Fm'	C'	Alk	al	fm	c	alk	si	qz	k	mg	c : fm	ti	o	h	p	t	Rez
1	146	264	112	105	23,25	42,10	17,86	16,74	136	-30,96	0,21	0,51	0,40	65	0,21	4	0,3	-11,35	III
2					17,5	56,5	19	7	128	-38	0,21	0,69	0,33	3,4			0,3		III
3					26,24	35,07	25,56	13,02	122,6	-29,48	0,21	0,54	0,67	—					V
4					27,1	40,6	16,4	15,9	124	-40	0,24	0,50	0,40	3,87			0,85		III

Vyhodnotenie chemizmu hornín podľa Zavarického

S	A	C	B	s	a	c	b	Q	a/c	c'	m'	f'	n'	t
1	898	210	41	335	60,56	14,17	2,74	9,56	5,1	21,19	40,29	38,50	78,0	4,56
2	772	114	69	544	51,5	7,6	4,6	16,1	1,4	14,3	57,3	26,4	16,5	5,1
3	842	176	91	329	54,7	11,3	5,2	11,1	2,1	28,5	39,2	35,2	72,6	0,4
4	827	204	69	297	60,0	14,6	4,0	15,0	3,6	35,3	43,3	48,1	51,7	3,0

Olivín tvorí alotriomorfne zrníčka z veľkej časti pseudomorfované. Pseudomorfozu tvorí po olivíne boulingit a sludnaté minerály, podobne ako pri porfýrových vyrastliciach olivínu. Vlastnosti olivínu i sekundárnych minerálov z neho vzniknutých sú zhodné s vlastnosťami opísanými pri porfýrových vyrastliciach.

Pyroxény sú krátkostĺpčekovité i izometrické, zelenožlté, nepleochoické a majú obdobné vlastnosti ako pyroxény vyrastlíc. Zodpovedajú diopsidu, menej augitu.

Amfiboly tvoria množstvo jemných ihličkovitých kryštálikov, čírych aj zelenastých. C/γ 2 – 22°. Ráz dĺžky je +.

Magnetit vystupuje v idiomorfných i alotriomorfných izometrických zrníčkach.

Apatit tvorí krátkostĺpčekovité, číre a žlté kryštáliky. Ráz dĺžky je +. Je zastúpený akcesoricky.

Hornina je pórovitá. Póry sú od základnej hmoty ostro oddelené. Výplň pór tvorí nátrolit. Je jemne ihličkovitý až vláskovitý, vejárovite narastený. Má negatívny reliéf. Ráz dĺžky je +.

Percentuálne zastúpenie zložiek:

Vyrastlice	42 %
živce	18 %
olivín	15 %
pyroxény	9 %
Základná hmota	58 %
živce	24 %
olivín	12 %
nefelín	2 %
pyroxény	8,5 %
amfibol	7 %
magnetit	3 %
apatit, nátrolit a i.	1,5 %

Postupnosť kryštalizácie:

apatit
magnetit → olivín → živce I → živce II → pyroxén II → amfibol → nátrolit
pyroxény I nefelín → olivín II →

Chemická časť

Tu uvádzam chemické zloženie určovanej horniny a jeho rozbor na základe klasifikácie Niggliho, Zavárického a Rittmanovej. Porovnávam chemizmus určovanej horniny s analýzami čadičov najbližších lokalít. Zhodnotenie petrografickej i chemickej časti uvádzam v závere. Analýzy hornín uvádzam v tomto poradí:

1. Kompaktná olivínová hornina s doleritovou štruktúrou — Ostrá Lúka.

2. Kompaktná olivínová hornina s holokryštalickou štruktúrou — Banská Štiavnica.

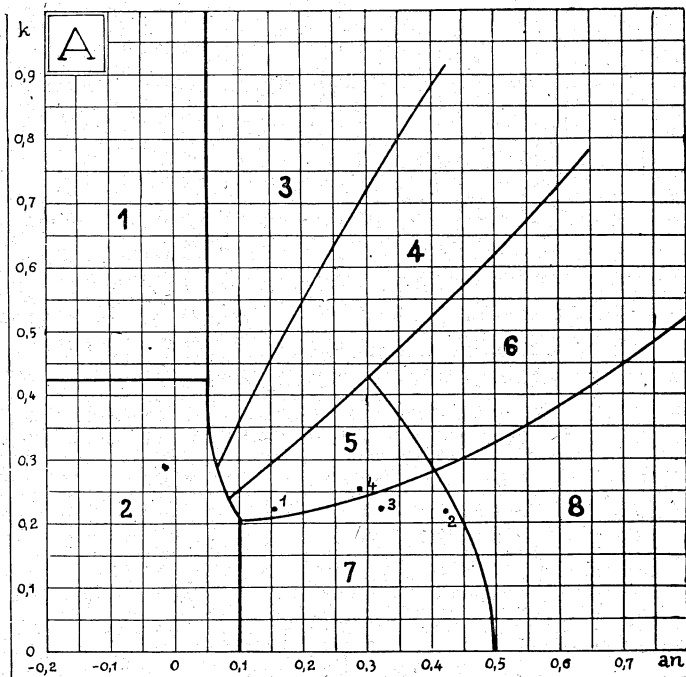
3. Čadič s olivínom s hyalopilitickou štruktúrou — Žiar n. Hr.

4. Bazanitoid s fluidálne intersertálnou štruktúrou — Podrečany.

Váhové percentá 1. analýzy stanovil Jozef Franek v chemickom laboratóriu Katedry mineralógie a petrografie FGGV UK pod vedením inž. Matherného.

Váhové percentá analýz 2., 3., 4. sa prevzali z literatúry.

Podľa Niggliho klasifikácie je hornina 1 najbližšie k normálgabroidnému typu magmy. Hornina 2 patrí k typu hornblenditových magiem a prejavuje určité



Obr. 14. Poloha analýzy 1. až 4. v Rittmanovom grafe č. 5A.

Prepočet podľa Rittmana

	SiO ₂	Al	CaO	Alk	k	an	FM	Poloha v diagr. 4	Poloha v diagr. 5A
1	51,45	13,47	6,39	9,85	0,22	0,15	21,70	BC	5
2	44,73	13,16	8,80	5,37	0,21	0,42	37,57	BC	7
3	50,30	16,37	9,84	8,38	0,22	0,32	19,84	B	7
4	48,28	15,65	5,97	9,64	0,25	0,28	20,97	BC	5

vzťahy k magme teraliticko-gabroidnej. Hornina 3 patrí k somato-dioritickému alebo tiež k lamprodioritickému typu magmy. Hornina 4 zodpovedá typu teralitických magiem.

Podľa Zavarického hodnôt možno analyzované horniny klasifikovať takto:

Č. anal.	Trieda	Skupina	SiO ₂	Alkálie.
1	V	18	slabo nasýtené	mierne bohaté
2	VI	23	nenasýtené	chudobné
3	V	18	slabo nasýtené	mierne bohaté
4	VI	22	nenasýtené	alkalické

Pre presnejšie vyhraničenie názvov hornín 1—4 uvádzam prepočty podľa Rittmana. Ich hodnoty SiO₂—Alk a k—an udávajú polohu v Rittmanovom diagrame č. 4 a č. 5A.

Na základe súradníc Alk—Si a k—an v Rittmanových grafoch podľa Rittmanovho kľúča sú analyzované horniny určené jednoznačne takto:

1. hornina — olivín andezín trachybazalt,
2. hornina — olivín andezín bazalt,
3. hornina — olivín trachyt andezit,
4. hornina — olivín andezín trachybazalt.

Obsah prvkov v 1. analýze zistených spektrálnou analýzou:

hlavné komponenty:

Si, Fe, Al, Mg, Ti, Ca, Na,

vedľajšie komponenty:

Mn,

stopové komponenty:

Ni, Cu, Ba, Ta, Zn, Co.

Obsah hlavných komponentov potvrdzuje aj chemická a mikroskopická analýza. Viazané sú na živce, olivíny, pyroxény, amfiboly a zástupce živcov, magnetit. Pozoruhodný je zvlášť vysoký obsah Ti. Viazaný je na titánaugit, čo je zjavné i pri mikroskopickej charakteristike. Vedľajšie komponenty — Mn — sa viažu pravdepodobne na pyroxény, i na magnetit. Možno konštatovať, že stopové sú zastúpené početné prvky. Môžu sa viazať na magnetit (Zn, Ni), olivín (Ni), boulingit (Ni).

Záver

Opisovaná olivínová hornina z Ostrej Lúky patrí do skupiny čadičov. Podľa štruktúry patrí k doleritom. Podľa chemizmu patrí k normálgabroidnému typu magmy (Niggli), k normálnemu radu hornín slabo nasýtených na SiO₂, mierne

bohatých na alkálie (Zavarickij) a podľa Rittmana je jej označenie olivín andezín trachybazalt.

Zaradenie tejto horniny podľa troch rôznych klasifikácií je temer jednoznačné a v súhlase s mineralogickým zložením a chemizmom.

Pri porovnaní s uvádzanými porovnávacími vzorkami je veľmi podobná olivínovej hornine od Podrečian. Táto je však alkalickéjšia, obsahuje väčšie množstvo nefelínu v základnej hmote.

Pri porovnaní s kompaktnou holokryštalickou olivínovou horninou z Banskej Štiavnice sa líši tým, že táto obsahuje i biotit a čadičový amfibol a o niečo menej nefelínu. Inak mineralogickým zložením a z neho vyplývajúcim chemizmom sú si tieto horniny (vzorky 1, 2, 4) veľmi blízke.

V porovnaní s olivínovou horninou zo Žiaru n. Hr. líši sa olivínová hornina z Ostrej Lúky tým, že táto má štruktúru holokryštalickú a obsahuje nefelín, kým prvá je hyalopilitická a bez nefelínu.

V porovnaní s horninou z oblasti Dubové—Bacúr okrem už uvedených štruktúrálnych rozdielov líšia sa tieto horniny aj menlivým obsahom minerálnych komponentov. Olivín je približne rovnako zastúpený v oboch oblastiach. Pyroxény sú početnejšie zastúpené v oblasti Ostrej Lúky, menej v oblasti Dubové—Bacúr, v ktorej zas vystupujú početne zastúpené resorbované amfiboly.

Celkové zaradenie analyzovanej horniny z Ostrej Lúky do skupiny slovenských bazaltov bude možné po kompletnom spracovaní týchto hornín zo všetkých slovenských lokalít.

Recenzoval M. Koděra,

*Katedra mineralógie a petrografie
FGGV UK, Bratislava*

LITERATÚRA — ЛИТЕРАТУРА — SCHRIFTTUM

- Četverikov S. D., 1956: Rukovodstvo k petrochimičeskim peresčetať. Moskva. — Elizeev N. A., 1956: Metody petrografičeskich isledovanij. Leningrad. — Emmons R. S., Gates R. M., 1939: New method for the determination of feldspar twins. *Am. Min.*, 24. — Fiala Fr., 1938: Nefelinický bazanitoid od Podrečian. *Sborník Št. ban. múzea D. Štúra, II.*, Ban. Štiavnica. — Fiala Fr., 1938: Niekoľko petrochemických poznámok k čadiču z Kalvárie pri Ban. Štiavnici. *Sborník Št. ban. múzea D. Štúra II.*, Ban. Štiavnica. — Fiala Fr., Kettner R., 1931: Les montagnes de Kremnica dans les environs de Stará Kremnička et de Bartošova Lehotka. *Guide des excursions dans les Carpathes occidentales*, Praha. — Rittman A., 1952: Nomenclature of Volcanic Rocks. *Bulletin Volcanologique*, Napoli. — Szabó J., 1878: Petrographisches Studium in der Umgebung von Schemnitz. *Földt. Közl.*, Budapest. — Tröger W., 1952: Tabellen zur optischen Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale. Stuttgart. — Schwartz J., 1954: Petrografia a petrochemia čadičov a niektorých andezitov oblasti Hronský Kríž—Piteľová a Bartošova Lehotka. *Geol. práce*, zoš. 38, Bratislava. — Winchel A. N., Winchel G., 1951: *Elements of optical Mineralogy*, New York.

ОЛИВИНОВЫЕ ПОРОДЫ ОКРЕСТНОСТЕЙ сел. ОСТРА ЛУКА

(Рисунки 11—14 в тексте)

Полевые исследования, произведенные в 1956 году, показали, что оливиновая порода, обнажающаяся близ сел. Остра Лука, принадлежит самой северной части вулканического потока, который тянется отсюда к югу через селения Бацур и Дубово на протяжении почти 11 км.

Изучение породы в лаборатории позволило установить, что она обладает порфировидной структурой и что основная масса соответствует долериту.

Минеральный состав породы: оливин, полевые шпаты (главным образом олигоклаз—андезин), пироксены (диопсид—авгит—титанаугит), нефелин, амфибол, магнетит и вторичные минералы (слюды, боулингит, магнетит). Мелкие поры заполнены натролитом. По классификации Риттмана она представляет собой оливино-андезиновый трахибазальт.

Исследования были дополнены спектральным анализом.

Оптические константы главных породообразующих минералов были определены методом Федорова.

Описываемая порода была сопоставлена с тремя другими оливиновыми породами, выходы которых находятся неподалеку от нашего обнажения.

Перевод со словацкого В. Андрусовый

*Кафедра минералогии и петрографии
геолого-географического факультета
университета им. Коменского, Братислава*

Объяснение рисунков 11—14 в тексте

Рис. 11. Схема расположения выходов оливиновых пород в окрестностях сел. Остра Лука. — Рис. 12. Проекция полевых шпатов, определенных по расстоянию Do от Nm Ng, Np на диаграмме Никитина. — Рис. 13. Положение анализов 1—4 на диаграмме Риттмана № 4. — Рис. 14. Положение анализов 1—4 на диаграмме Риттмана № 5а.

MARIA ČAJKOVÁ

DIE OLIVINISCHEN GESTEINE VON OSTRÁ LÚKA

(Abb. 11—14 im Texte)

Aus dem Studium im Gelände im Jahre 1956 geht hervor, daß das olivinische Gestein von Ostrá Lúka den nördlichsten Teil eines vulkanisches Stromes bildet, welcher sich in nahezu 11 km Länge weiter gegen Süden über Bacúr und Dubové erstreckt.

Das Studium im Laboratorium zeigte, daß es sich um ein Gestein porphyrischer Struktur mit doleritischer Grundmasse handelt.

Den Mineralbestand des Gesteins bildet Olivin, Feldspäte (überwiegend Oligoklas—Andesin), Pyroxen (Diopsid—Augit—Titanaugit), Nephelin, Hornblende, Magnetit und sekundäre Minerale der Glimmergruppe (Boulingit, Magnetit). Unbedeutende Hohlräume sind mit Natrolith ausgefüllt.

In chemischer Hinsicht ist das Gestein nur schwach gesättigt, mäßig alkalisch und wurde nach Rittmanns Klassifikation als Olivin—Andesin—Trachybasalt bestimmt.

Es wurde auch eine Spektralanalyse durchgeführt.

Die Konstanten der hauptgesteinsbildenden Mineralien wurden durch die Fedorov-Methode festgestellt und sind in Tafeln zusammengestellt.

Das Gestein wurde mit drei in seiner Nachbarschaft auftretenden olivinischen Gesteinen verglichen.

Übersetzt von V. D l a b a č o v á

*Lehrstuhl für Mineralogie u. Petrographie
der Fakultät der Geologisch-Geographischen
Wissenschaften, Bratislava*

Erklärung der Abbildungen 11—14 im Texte

Abb. 11. Lage der Ausflüsse der Olivingesteine bei Ostrá Lúka. — Abb. 12. Lage der Feldspatspuren, die auf Grund der Entfernungen Do von Nm, Ng und Np in Nikitins Diagramm bestimmt wurden. — Abb. 13. Lage der Analyse Nr. 1 bis Nr. 4 in Rittmanns graphischer Darstellung Nr. 4. —

Abb. 14. Lage der Analyse Nr. 1 bis Nr. 4 in Rittmanns graphischer Darstellung Nr. 5A.