

Содержания  $Al_2O_3$  в «вершинных» вулканитах составляют 15.5–16.5 мас. %, в «долинных» – 13.5–14.7 мас. %. «Вершинные» вулканиты по отношению к «долинным» обогащены FeO: 6.3–9.3 и 0.16–6.2 мас. %, соответственно. Обратная тенденция наблюдается для  $Fe_2O_3$ : 2–6 и 4.3–11.2 мас. %, соответственно.

Таким образом, вулканогенные образования участка Нарын-Гол образуют неоген-четвертичный щелочно-базальтовый стратовулкан Правый Барун-Хобол, небольшие лавово-шлаковые конусы, потоки лав и покровы базальтового и щелочно-базальтового пирокластического материала с включениями мегакристов и глубинных пород. Все вулканиты известково-щелочного ряда высококальциевые, что характерно для вулканитов континентальных рифтов. На участке выделяются два типа вулканитов – «долинные», по составу отвечающие базальтам и трахибазальтам, и «вершинные», по составу отвечающие фонотефритам. Выполненные исследования подтверждают выводы о том, что «вершинные» вулканиты при их разрушении являлись источником сапфира и санидина [Асеева и др., 2018; Aseeva et al., 2019], а «долинные» – пироксенов и граната для россыпи Нарын-Гол.

*Авторы признательны О.Ю. Коршунову за помощь в организации экспедиционных исследований. Работа выполнена в рамках темы НИР, № государственной регистрации АААА-А21-121011390003-9 и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-05-00337) с использованием оборудования ЦКП «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ).*

## Литература

*Асеева А.В., Кислов Е.В., Высоцкий С.В., Веливецкая Т.А., Игнатьев А.В.* Сапфиры Нарын-Гол (Джидинское вулканическое поле, Бурятия): минеральные ассоциации и изотопные характеристики // Геодинамика и минерагения Северной и Центральной Азии. Мат. V Всерос. научно-практ. конф., посв. 45-летию ГИН СО РАН. Улан-Удэ: Издательство Бурятского госуниверситета, 2018. С. 34–36.

*Антощенко-Оленев И.В.* Кайнозой Джидинского района Забайкалья. М.: Наука, 1975. 128 с.

*Генералов В.И., Марчук О.И., Симончук Б.А.* Отчет о выполнении работ по объекту 1-16/11 «Поисковые работы на абразивный корунд в Джидинском вулканическом районе (Республика Бурятия)». Иркутск, 2012ф. 134 с.

*Aseeva A.V., Kislov E.V., Vysotskiy S.V., Korshunov O.Yu., Velivetskaya T.A., Coenraads R.R., Vanteev V.V., Karabstov A.A., Yakovenko V.V.* A new Russian sapphire discovery in the Naryn-Gol Creek placer deposits (Dzhida Flood Basalt, Baikal Rift System) // Australian Gemmologist. 2019. Vol. 27. N 1–2. P. 20–26.

**А.В. Трофимов<sup>1,2</sup>, Е.В. Кислов<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> – Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ  
trofimlurk@gmail.com

<sup>2</sup> – Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

## Петрология Кивельевского концентрически-зонального ультрамафит-мафитового массива, Северное Прибайкалье

Кивельевский массив расположен на водоразделе северо-западного берега оз. Байкал и р. Горемыка в 13 км южнее с. Байкальское Северо-Байкальского района Республики Бурятии. В результате поисково-оценочных работ никеленосности интрузива дана отрицательная оценка, но канавы на вершине г. Кивельевская сопка вскрыли непромышленные хромовые

руды [Руденко и др., 1965ф]. Массиву посвящены единичные исследования [Гурулев и др., 1980; Балькин и др., 1986], поэтому целью работы является характеристика его пород.

Интрузив  $6.0 \times 2.5$  км вытянут в северо-восточном направлении. В центральной части находятся тела дунитов и перидотитов, наибольшее из которых имеет размер  $1.2 \times 2.5$  км. Основные породы представлены габбро, амфиболовыми и оливиновыми габбро, троктолитами, габброноритами, анортозитами.

Дуниты и перидотиты перемежаются друг с другом. К ним приурочены хромититы полосчатые и массивные, по характеру распределения рудного компонента вкрапленные, густо-крапленные и сплошные. Дуниты сложены оливином и хромшпинелидом, наряду с которыми отмечаются плагиоклаз, клинопироксен и амфибол. Породы значительно серпентинизированы, что отражается в проявлении петельчатой структуры. Оливин представлен реликтовыми зернами среди преобладающего серпентина. Серпентин слагает листоватые и волокнистые агрегаты. Клинопироксен также серпентинизирован, встречается в виде реликтов. Кристаллы хромшпинелида крупные, нередко содержат силикатные включения, определение состава которых планируется в дальнейшем.

Перидотиты сложены оливином, клинопироксеном, в качестве аксессуарных минералов отмечаются магнетит и хромшпинелид. Структура пород панидиоморфнозернистая, степень серпентинизации преимущественно высокая: породообразующие минералы интенсивно замещены волокнистыми агрегатами серпентина. В отдельных образцах отмечается пойкитовая структура, когда крупные зерна пироксена содержат включения оливина, серпентинизированного по трещинам. Хромшпинелид нередко образует октаэдрические кристаллы, содержит силикатные включения.

Основные породы массива сложены оливином и плагиоклазом; второстепенные минералы – амфибол и клинопироксен при практически полном отсутствии ортопироксена. Плагиоклаз отличается высокой основностью, в оливиновых габбро и троктолитах плагиоклаз содержит 83 % анортитового компонента [Балькин и др., 1986].

Структура габбро панидиоморфная, реже аллотриоморфнозернистая. Наблюдается интенсивная сосюритизация плагиоклаза. В слабоизмененных образцах плагиоклаз представлен таблитчатыми зернами, идиоморфными по отношению к клинопироксену. В измененных образцах плагиоклаз и клинопироксен образуют зерна, не имеющие характерных кристаллографических очертаний. Присутствует аксессуарный магнетит.

Структура оливинового габбро аллотриоморфнозернистая. Иногда встречаются идиоморфные, чаще всего вытянутые зерна основного плагиоклаза. Оливин нередко идиоморфен по отношению к плагиоклазу и клинопироксену. Плагиоклаз в основной массе сосюритизирован, относительно неизменные зерна встречаются редко. По оливину в некоторых случаях наблюдается слабая серпентинизация.

По содержанию  $\text{SiO}_2$  (36–38 мас. %) и щелочей (0.05–0.08 мас. %) дуниты массива относятся к ультраосновным породам нормального ряда и характеризуются низкой глиноземистостью (#Al – 9 %), умеренной магнезиальностью (#Mg – 70 %), низкой титанистостью (#Ti < 1 %) (табл.). В целом, породы Кивельевского массива сходны по составу с дунитами концентрически-зонального Маринкина массива [Кислов, Каменецкий, 2021] при содержании MgO, в среднем, на 6–8 мас. % ниже, чем в породах Кивельевского массива.

Перидотиты Кивельевского массива по содержаниям кремнезема (47–36 мас. %) и щелочей (0.05–0.32 мас. %) относятся к ультраосновным породам нормального ряда. Для них характерна умеренная магнезиальность (#Mg – 53 %), низкая глиноземистость (#Al – 9 %), низкая титанистость (#Ti < 1 %).

Габбро и оливиновое габбро по содержанию кремнезема (47–55 мас. %) и щелочей (0.07–4.00 %) относятся к основным породам нормального ряда щелочности. По сравнению с уль-

## Химический состав пород Кивельевского массива, мас. %

№ обр.	Порода	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	NaO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	п.п.п.	Сумма
К-1-1	Дунит	37.60	0.04	4.60	7.11	5.68	0.06	32.76	0.51	0.06	<0.01	<0.10	11.43	99.85
К-1-4		38.30	0.06	4.70	4.83	6.80	0.08	32.16	1.27	0.03	0.02	<0.10	11.16	99.39
К-1-5		38.10	0.05	2.40	8.52	6.64	0.08	32.19	0.55	0.04	<0.01	<0.10	10.92	99.49
К-1-6		36.80	0.07	4.60	6.97	5.88	0.10	33.00	0.25	0.05	<0.01	<0.10	11.61	99.33
К-1-7		39.60	0.09	1.80	8.08	7.96	0.08	30.23	1.86	0.05	<0.0	<0.10	10.00	99.75
К-1-8		36.30	0.03	5.50	8.43	8.48	0.10	28.05	2.44	0.08	<0.01	<0.10	10.66	100.07
К-1-9		38.10	0.04	5.50	7.93	6.48	0.10	29.60	2.27	0.06	<0.01	<0.10	9.80	99.88
К-1-10		36.40	0.04	5.60	7.47	5.60	0.09	31.32	1.51	0.05	<0.01	<0.10	11.36	99.44
К-1-4-1		38.40	0.06	4.60	3.77	7.20	0.08	32.35	1.30	0.16	0.05	<0.10	11.86	99.78
К-1-3	Перидотит	37.0	0.06	3.80	3.14	9.96	0.20	36.00	2.10	0.30	0.02	<0.10	77.31	169.87
К-2-1		37.10	0.09	2.70	7.34	9.20	0.14	31.08	0.38	0.05	<0.01	<0.10	11.32	99.4
К-2/10		36.30	0.06	5.40	6.74	7.84	0.12	30.76	0.79	0.07	<0.01	<0.10	11.57	99.65
К-2/2	Огаббро	47.30	0.61	16.70	3.86	5.60	0.19	8.52	12.74	1.26	0.12	0.13	3.16	99.94
К-2/4		43.70	0.31	18.50	2.77	5.36	0.15	10.80	12.56	1.45	0.30	<0.10	4.30	99.9
К-2/5		48.50	0.80	15.60	4.07	7.00	0.19	7.64	10.00	2.40	0.47	0.15	3.20	99.4
К-2-7		43.60	1.58	14.90	2.64	7.80	0.25	6.25	7.86	0.09	4.43	0.17	10.25	95.22
К-2/8		49.00	1.12	14.90	3.52	6.5	0.19	7.40	11.14	3.18	0.57	<0.10	2.71	99.66
К-2/3	Габбро	40.40	<0.02	23.80	2.96	3.44	0.11	9.54	14.06	0.80	0.09	<0.10	4.98	100.09
К-2/6		55.00	0.29	7.20	1.04	4.56	0.31	5.56	14.10	2.26	0.61	<0.10	9.39	99.71
К-2/9		50.50	1.02	15.20	4.13	7.40	0.23	5.99	9.39	2.49	0.45	0.18	2.92	99.27
К-2/3-1		41.10	<0.02	25.60	1.94	3.36	0.09	7.32	15.00	1.31	0.16	<0.10	4.23	99.95

*Примечание.* Анализы выполнены в лаборатории инструментальных методов анализа ГИН СО РАН фотометрическим, титриметрическим, гравиметрическим, ионометрическим, пламенно-фотометрическим методами, аналитики Б.Б. Лыгденова, Т.Г. Хумаева, О.В. Корсун.

трамафитами отмечается повышенная глиноземистость: #Al – 91 % для оливиновых габбро и 87 % – для габбро. Для пород характерна умеренная железистость: #Fe – 55 % для оливиновых габбро и 53 % – для габбро, и низкая титанистость – #Ti <1 %.

Таким образом, среди ультраосновных пород концентрически-зонального Кивельевского массива преобладают дуниты, в меньшей мере, развиты перидотиты. Породы в разной степени серпентинизированы, в некоторых случаях породообразующие минералы практически полностью замещены серпентином. С дунитами массива связано хромитовое оруденение. Ультраосновные породы по химическому составу относятся к породам нормального ряда, обладают умеренной магниальностью, низкими глиноземистостью и титанистостью. Основные породы, в целом, обладают умеренной железистостью, железо преобладает над магнием, высокой глиноземистостью и низкой титанистостью. Для них характерны существенные вторичные изменения плагиоклаза и оливина. Габбро и оливиновые габбро имеют четкие отличия от гипербазитов по содержаниям SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и MgO.

*Работа выполнена по государственному заданию ГИН СО РАН № АААА-А17-117011650012-7 и при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-05-00337). Используются возможности Аналитического центра минералогических, геохимических и изотопных исследований ГИН СО РАН.*

## Литература

Балыкин П.А., Поляков Г.В., Богнибов В.И. Протерозойские ультрабазит-базитовые формации Байкало-Становой области. Новосибирск: Наука, 1986. 200 с.

Гурулев С.А., Конников Э.Г., Трунева М.Ф. Хромитовое оруденение в полевошпатовых гипербазитах северного Прибайкалья // Рудоносность геологических формаций Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1980. С. 50–51.

Кислов Е.В., Каменецкий В.С. Маринкин концентрически-зональный массив, Средне-Витимская горная страна: петрология и рудообразование // Петрология. 2021. В печати.

Руденко В.Н., Косарев В.М., Трепалин А.И. Геологическое строение и перспективы Слюдинского, Кивельевского, Орколиканского, Неручандинского, Окунайского и Право-мамского базит-гипербазитовых массивов на сульфидный никель. Отчет Неручандинской поисково-ревизионной партии за 1964 г. Улан-Удэ: Бурятское геологическое управление, 1965ф. 119 с.

**Е.А. Зубакова**

*Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск  
zybakovaea@igm.nsc.ru*

### **Минеральный состав пород Ханинского массива (Алданский щит, Якутия)** (научный руководитель – д.г.-м.н. А.Г. Дорошкевич)

Ханинский массив расположен на юго-западе Алдано-Станового щита, на правом берегу р. Хани в непосредственной близости от БАМ. Массив представлен преимущественно пластовыми и линзовидными телами пироксенитов, в разной степени обогащенных апатитом, флогопитом и рудными минералами (сульфиды, магнетит). Породы залегают в глубокометаморфизованных породах олекминской серии. Среди пироксенитов отмечаются тела карбонат-пироксен-полевошпатового и пироксен-полевошпатового составов. Пироксениты рассечены дайками оливиновых лампроитов [Владыкин, 2001]. Возраст пироксенитов, определенный Pb-Pb (apatit) и K-Ar (амфибол) методами [Неймарк и др., 1984], равен  $1850 \pm 20$  и  $1870 \pm 50$  млн лет, соответственно. U-Pb возраст циркона из дайки оливиновых лампроитов –  $2702 \pm 12$  млн лет [Владыкин, Лепехина, 2009].

Существуют две точки зрения на происхождение пород Ханинского массива. Согласно одной, породы сформированы в результате метаморфизма осадочных толщ [Гулий, 1985]. В противоположность этому, породы Ханинского массива были отнесены к формации калиевых щелочных пород, имеющих высокотемпературный магматический генезис [Прошенкин, Кузнецова, 1988]. На основании изучения расплавных и флюидных включений [Панина и др., 1987а, б] предположили, что пироксениты образовались в результате смешения высокотемпературных ( $1300\text{--}1200$  °С) расплавов щелочно-базальтоидного и низкокремнисто-карбонатного составов. Целью данной работы является определение минерального состава пород и изучение химического состава минералов современными методами.

Пироксениты – среднезернистые породы с пан- или гипидиоморфной структурой. Они сложены преимущественно клинопироксеном (60–80 %), апатитом (до 10 %), флогопитом (до 10 %). Второстепенными и акцессорными минералами являются амфибол, титанит, циркон, магнетит, ильменит, кальцит, целестин, барит, анкилит-Се, монацит-Се, сульфиды (пирит, халькопирит). В результате вторичных процессов по первичным минералам развиваются минералы группы эпидота-алланита и цеолита. Карбонат-полевошпатовые породы имеют мелко- среднезернистую структуру, массивную или полосчатую текстуру. Породы сложены варьирующими количествами кальцита и калиевого полевого шпата, второстепенными и ак-