

© В. Г. КОРИНЕВСКИЙ, Е. В. КОРИНЕВСКИЙ, Г. Г. КОРИНЕВСКАЯ

БАРИЕВЫЙ БИОТИТ ИЗ ИЛЬМЕН

V. G. KORINEVSKY, E. V. KORINEVSKY, G. G. KORINEVSKAYA. BARIUM BIOTITE FROM ILMENY

*Институт минералогии УрО РАН, 456317, Миасс, Челябинской области;
e-mail: kor@ilmeny.ac.ru*

The reported find of barium biotites at the Aspen cape of the Bolshoy Ishkul lake is the first one at the Urals. These minerals occur in labrador and bytownite biotite-amphibole gabbro forming non-metamorphosed inclusions in blocks of serpentinitic melange among metamorphic rocks of Ilmenogorsky complex. There are two varieties of barium biotites: first — with a moderate Ba content (BaO 1.37 wt%), and second — the Ba-rich one (BaO 8.52 wt%). Their crystal-chemical formulas, calculated on 7 cations, are, respectively: I — $(\text{K}_{0.98} \text{Ba}_{0.04})_{1.02} (\text{Mg}_{1.40} \text{Fe}_{0.81}^{2+} \text{Fe}_{0.37}^{3+} \text{Ti}_{0.25} \text{Al}_{0.14}^{\text{VI}} \text{Mn}_{0.03} \text{V}_{0.01})_{3.01} (\text{Si}_{2.74} \text{Al}_{1.26}^{\text{IV}} \text{O}_{10}) (\text{OH})_{1.37}$; II — $(\text{K}_{0.73} \text{Ba}_{0.27})_{1.00} (\text{Mg}_{1.63} \text{Fe}_{0.54}^{2+} \text{Fe}_{0.43}^{3+} \text{Al}_{0.19}^{\text{VI}} \text{Ti}_{0.19} \text{Mn}_{0.02})_{3.00} (\text{Si}_{2.50} \text{Al}_{1.50}^{\text{IV}} \text{O}_{10}) (\text{OH})_{1.72} \text{Cl}_{0.04})_{1.76}$. Previously, the barium biotites with similar compositions have been described in Coldwell alkaline complex (Ontario, Canada). It is probable that those biotite-amphibole and fassaite gabbro, with such specific biotites, may represent the rocks from bottom levels of the earth's crust, which were lifted up to surface by the serpentinite protrusions.

Бариевый биотит — специфический минерал лампроитов, лейцититов, нефелинитов и других преимущественно калиевых изверженных горных пород (Магматические..., 1983; Минералы, 1992). Значительно реже он встречается в субщелочных габбро (Shaw *et al.*, 1996). Сведения о находках такого биотита на Урале до сих пор отсутствовали (Юшкин и др., 1986; Кобяшев и др., 2000). Ниже публикуются первые результаты их изучения.

В глыбах крупнозернистого биотит-амфиболового субщелочного габбро, входящего в состав пластины серпентинитового меланжа (Кориневский и др., 2000) на Основном мысу восточного побережья оз. Бол. Ишкуль в Ильменском заповеднике, нами встречены две разновидности биотита с разным содержанием бария: умеренно обогащенные BaO и более богатые BaO.

Биотит, умеренно обогащенный барием, входит в состав неравномернозернистой порфиоровидной полнокристаллической породы (обр. ИК-194-5, рис. 1), на сером

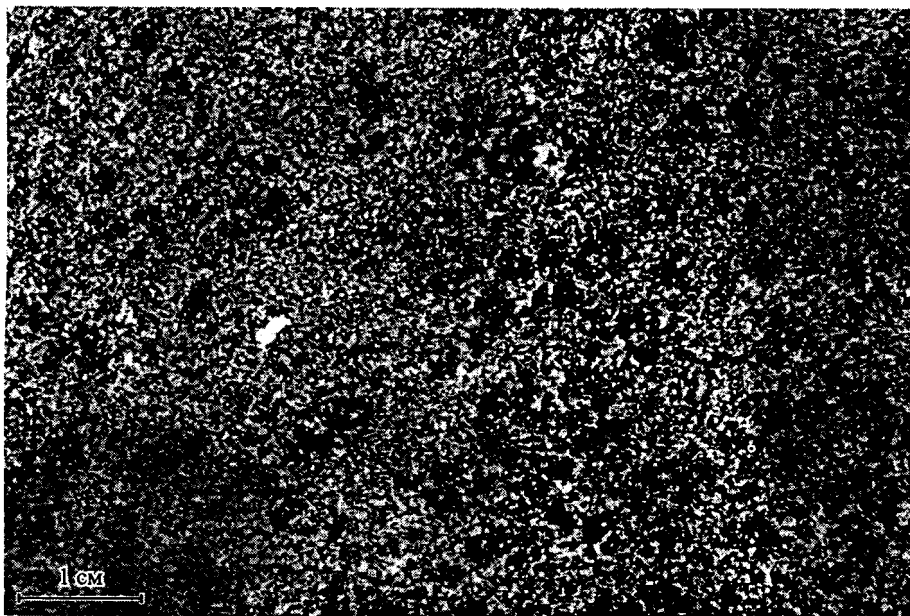


Рис. 1. Бiotит-амфиболовое габбро с неравнозернистой структурой и пятнистой текстурой. Полированная поверхность обр.

ИК-194-5. Темные изометричные зерна — амфибол.

Fig. 1. Unevenly grained biotite-amphibole gabbro of spotty texture, with dark isometric grains of amphibole. Polished section, sample ИК-194-5.

фоне которой черным цветом выделяются крупные (5—20 мм) субизометричных очертаний зерна моноклинного амфибола пойкилитовой структуры, неравномерно размещенные в породе и не обнаруживающие преимущественной ориентировки. Амфибол занимает около 30 % объема породы и по химическому составу относится к калиомагнезиогастингситу. Между зернами амфибола, часто в сростании с лейстами плагиоклаза беспорядочно (рис. 2) располагаются идиоморфные (рис. 3) пластинки шестигранных очертаний зеленовато-черного биотита. Их размер в поперечнике составляет 1—3 мм, на них нередко наблюдается индукционная штриховка. Описываемый биотит составляет около 10 % объема породы. Из других меланократовых минералов наиболее заметны черные октаэдры магнетита (3—5 %). Более редки мелкие светло-коричневые выделения сфена. Полевошпатовая составляющая породы занимает около 60 % ее объема и представлена преимущественно плагиоклазом. Это лабрадор № 51-58, содержащий заметные количества SrO и K₂O. Вростки неправильной формы в плагиоклазе нередко представлены выделениями барийсодержащего ортоклаза — гиалофана. В плагиоклазе отмечены включения мельчайших округлых кристалликов бесцветного однородного по строению циркона, а также мелкие призмы фтор-апатита.

По химическому составу описываемая порода относится к классу основных (мас. %): SiO₂ 45.75, TiO₂ 0.72, Al₂O₃ 22.98, Fe₂O₃ 3.99, FeO 5.46, MnO 0.16, MgO 3.68, CaO 10.40, Na₂O 2.91, K₂O 2.10, H₂O- 0.26, H₂O+ 0.48, P₂O₅ 0.20, CO₂ 0.10; сумма 99.19 (данные химической лаборатории Института минералогии УрО РАН, аналитик Т. В. Семенова). Методом атомной абсорбции в породе определены (ppm): Ni 14, Co 34, Cr 35, Zn 137. Высокое содержание K₂O в породе обусловлено тем, что все основные породообразующие минералы содержат этот окисел в больших или заметных количествах. Примечательно также наличие в большинстве минералов BaO, особенно заметное в гиалофане и биотите. Полнокристаллическое средне-крупнозернистое массивное сложение, преобладающая гипидиоморфнозернистая структура с участками пойкилитовой, практическое отсутствие реакционных взаимоотношений между

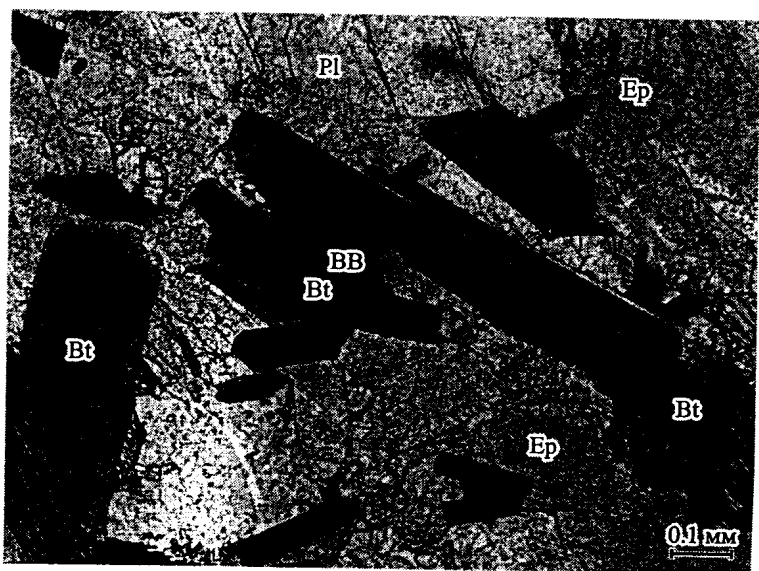


Рис. 2. Биотит-амфиболовое габбро (обр. ИК-194-16).

Шлиф в проходящем свете. Беспорядочное размещение кристаллов биотита в полевошпатовой матрице.

Fig. 2. Biotite-amphibole gabbro with disordered distribution of biotite crystals in feldspar matrix. Thin section, sample ИК-194-16.

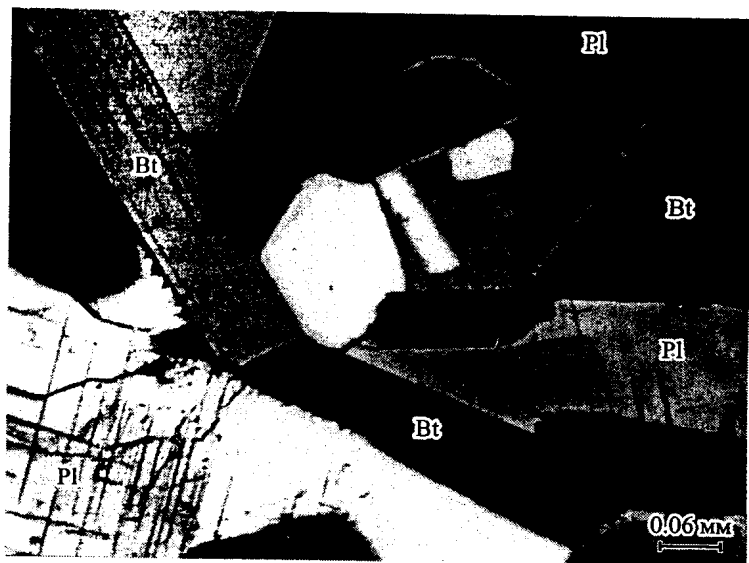


Рис. 3. Идиоморфные пластинки биотита в сростках с кристаллами лабрадора.

Шлиф биотит-амфиболового габбро (обр. ИК-194-5) при скрещенных николях.

Fig. 3. Intergrowths of idiomorphic biotite plates with labrador crystals in biotite-amphibole gabbro. Sample ИК-194-5, thin section, with analyzer.

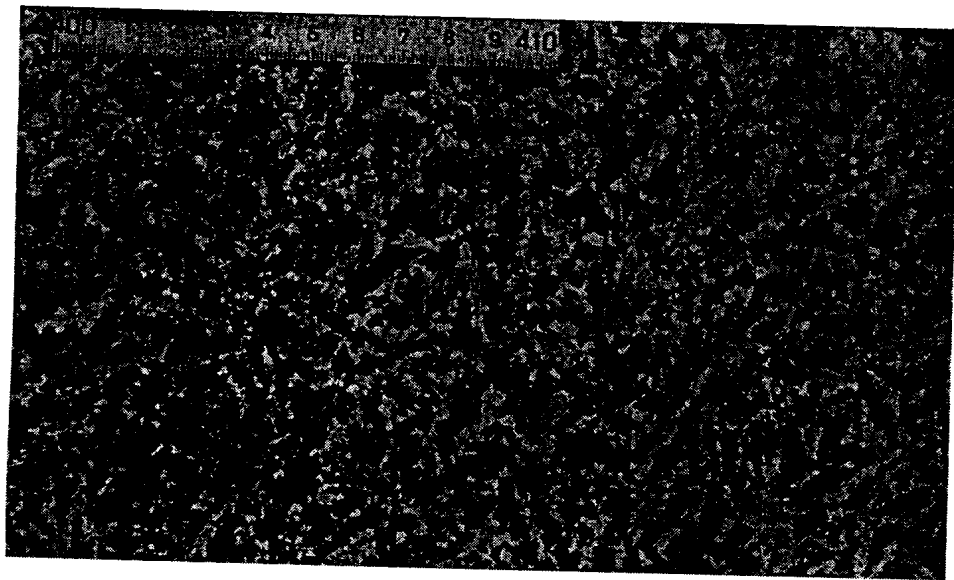


Рис. 4. Неравнозернистое биотит-амфиболовое габбро с офитовой структурой.

Полированная поверхность обр. ИК-194-16. Темное — амфибол, светлое — лейсты плагиоклаза (битовнита).

Fig. 4. Unevenly grained biotite-amphibole gabbro with ophitic structure: dark grains — amphibole, light — bytownite leists. Polished section, sample ИК-194-16.

минералами, наличие собственных кристаллографических форм у соприкасающихся минералов позволяет считать эту породу магматической и относить ее к семейству субщелочных габброидов (Магматические..., 1983). Эту разновидность габбро отличают высокие количества амфибола (до 30 %) и биотита (около 10 %), отсутствие пироксена и оливина, наличие магнетита и фтор-апатита. Весьма существенно, что между всеми пороодообразующими минералами В. А. Поповым наблюдались индукционные поверхности синхронного роста. Следов замещения одних минералов другими не отмечено и в шлифах.

Биотит-амфиболовые габброиды описаны в дунит-пироксенит-габбровых ассоциациях Урала и Аляски (Магматические..., 1983), причем авторы описаний подчеркивают вторичный характер как амфибола, замещающего пироксен, так и биотита. В нашем случае амфибол, биотит и плагиоклазы росли синхронно, поэтому можно говорить о первично-магматическом происхождении биотит-амфиболового габбро Осинового мыса. Его специфику подчеркивает тот факт, что именно в этой разновидности глубинных пород в заметном количестве встречен гиалофан.

Биотит с более высоким содержанием ВаО встречен в другой глыбе биотит-амфиболового габбро в серпентинизированной апоэнстатититовой матрице меланжа в нескольких метрах южнее от описанной выше глыбы габбро. Это — темно-серая неравномерно-крупнозернистая полнокристаллическая порода (обр. ИК-194-16), обладающая отчетливо выраженной офитовой структурой (рис. 4). Преобладающая ориентировка слагающих породу минералов отсутствует. Размеры их индивидов колеблются от 0.3—0.7 мм (апатит, сфен) до 2—3 см (плагиоклаз, амфибол).

Около 50 % объема породы сложено вытянутыми кристаллами битовнита № 86-90. Промежутки между ними занимают очень темные буровато-зеленые кристаллы амфибола (калиомагнезиогастингита), на их долю приходится примерно 40 % объема породы. Микроструктура крупных кристаллов амфибола и плагиоклаза чаще всего пойкилитовая. Включения представлены изометричными или короткопризматическими зернами светло-желтого эпидота (2 %), титаномагнетита (2 %), единичными кристаллами хлор-апатита, сфена и циркона. Пластинчатые кристаллы биотита располагаются на границе зерен плагиоклаза и амфибола, встречаясь в них и в виде

включений. Они имеют поперечник не менее 0.7 мм. Обращает на себя внимание отсутствие вторичных изменений в минералах и присутствие на их гранях скульптур синхронного совместного роста. Состав и облик породы, ее структура соответствуют габбро интрузивного происхождения.

Несмотря на близость валового минерального и химического состава, габбро из двух описанных выше глыб в серпентинитовом меланже Осинового мыса различаются особенностями состава минералов: полевых шпатов, амфибола, апатита, магнетита, биотита. Последний особенно резко отличается содержаниями ВаО (табл. 1).

По остальным параметрам оба образца слюды относятся к магнезиальному биотиту (Номенклатура..., 1998), в котором велика роль атомов Fe^{3+} (рис. 5, табл. 2). Доля флогопитовой составляющей в низкобариевом биотите составляет 46.7 %, аннитовой — 28.6%. В более обогащенном барием биотите — 54.3 и 22.5 % соответственно.

Высокая степень окисленности железа в обеих разновидностях биотита обусловила темную зеленоватую окраску его кристаллов. Для них характерен резкий плеохроизм по обычной схеме: по N_p — светлый зеленовато-коричневый, по N_g — очень темный зеленовато-коричневый. Отсутствие на ИК-спектре бариобиотита (рис. 6) расщепления полос в области $1000-970\text{ см}^{-1}$ также говорит о принадлежности этой барийсодержащей слюды к биотитам, а не к флогопитам (Минералы..., 1992). Различия в химическом составе обеих разновидностей биотита сказались на их физических свойствах (табл. 3). Особенно ощутима разница в величинах плотности и твердости. Наличие в решетке минерала атомов бария с двумя валентными связями увеличивает ее прочность, поэтому с увеличением содержания ВаО биотиты становятся тверже и тяжелее. При этом их твердость в 3—4 раза превышает таковую у обычных биотитов.

Химической и оптической зональности в кристаллах бариевых биотитов не наблюдалось. Развития вторичных минералов по ним также не отмечалось. Сведения об их рентгеноструктурных характеристиках приведены в табл. 3 и 4. Судя по параметрам элементарной ячейки биотитов, они принадлежат к полигипу 1M.

Бариевые биотиты в габброидах встречаются редко и приурочены к их субщелочным разновидностям, как это имеет место и в нашем случае. Отмечено (Крылова и др., 1991, с. 104), что высокое содержание ВаО в биотитах является свидетельством высоких температур их образования. Биотиты, содержащие барий в умеренных и высоких количествах, описаны (Shaw e. a., 1996) из габбро щелочного комплекса Колдуэлл из Северо-Западного Онтарио (Канада). Авторы описания подчеркивают неметаморфизованный характер габбро, их интрузивную природу. Габбро в комплексе Колдуэлл слагает несколько массивов. В биотитах так называемого Западного габбро содержание ВаО может достигать 6.1 %, TiO_2 — до 8.1 %, тогда как в Восточном габбро биотиты значительно беднее ВаО (0.3—1.8 %) и TiO_2 (3.3—4.9 %).

Из данных табл. 1 следует вывод о значительном сходстве химического состава биотитов Осинового мыса и Колдуэлла. У обеих разновидностей биотита тут и там флогопитовая составляющая преобладает над аннитовой, минералы заметно обогащены титаном. Нельзя не отметить более высокое содержание ВаО в биотитах Осинового мыса (до 10.35 %). В обоих случаях габбро имеют сходный состав, и появление в них биотитов с разным содержанием ВаО авторы (Shaw e. a., 1996) объясняют кристаллизацией биотита из богатой Ва межзерновой жидкости на последних стадиях кристаллизации (умеренно обогащенные ВаО биотиты) или влиянием богатых барием эманаций от более поздних интрузий сиенитов, которые метасоматически изменяли габбро, находившихся в твердом виде (богатые ВаО биотиты). Поскольку интрузивная природа габбро комплекса Колдуэлл не вызывает сомнения, можно полагать, что и близкие им по составу биотит-амфиболовые габбро Осинового мыса Ильменских гор также имеют интрузивную природу.

Первично-магматическое происхождение бариевых биотитов доказывается присутствием у них индукционных поверхностей синхронного роста с окружающими кристаллами амфибола, плагиоклаза, эпидота, магнетита, апатита, наличием в поро-

Средний химический состав (мас. %) бариевых биотитов
 Chemical composition of barium biotites (wt %) in gabbro from Ilmen mountains

Компонент	Биотиты Осинового мыса Ильмен		Биотиты комплекса Колдуэлл (Канада)	
	умеренно обогащенные Ва (ИК-194-5)	относительно богатые Ва (ИК-194-16)	умеренно обогащенные Ва (Восточное габбро)	относительно богатые Ва (Западное габбро)
SiO ₂	35.20 (33.87—35.85)	31.14 (29.32—32.49)	36.14 (35.05—37.69)	33.83 (32.46—34.8)
TiO ₂	4.28 (3.29—4.74)	3.22 (2.55—3.87)	4.09 (2.87—4.89)	5.96 (3.99—7.02)
Al ₂ O ₃	15.30 (14.29—15.95)	17.91 (16.90—18.85)	13.42 (11.95—16.33)	14.51 (13.82—15.9)
FeO	18.23 (17.06—18.52)	14.41 (13.83—15.30)	19.79 (13.15—27.78)	18.30 (14.24—20.2)
MnO	0.40 (0.35—0.49)	0.31 (0.32—0.54)	0.12 (0.03—0.24)	0.08 (0.02—0.15)
MgO	12.05 (11.1—12.51)	13.67 (12.57—15.36)	11.66 (5.32—16.06)	10.80 (8.29—14.4)
CaO	—	—	0.02 (0—0.07)	0.02 (0—0.04)
BaO	1.37 (1.18—1.88)	8.52 (5.58—10.35)	0.93 (0.33—1.80)	3.52 (1.16—6.07)
Na ₂ O	—	—	0.22 (0.08—0.44)	0.40 (0.09—0.74)
K ₂ O	9.91 (9.06—10.17)	7.11 (6.34—8.01)	8.75 (8.06—9.19)	7.50 (6.29—8.66)
F	—	—	0.90 (0.21—1.66)	0.68 (0.21—0.99)
V ₂ O ₃	0.11 (0.10—0.12)	—	—	—
Cl	—	0.41 (0.18—0.57)	0.46 (0.02—1.92)	0.05 (0.02—0.08)
H ₂ O ⁺	2.64	3.22	—	—
H ₂ O ⁻	0.26	0.04	—	—
Сумма	99.75	100.03	96.50	95.65
Число анализов	15	18	9	8

Коэффициенты в формуле (на 7 катионов)

Si	2.74	2.50	2.84	2.73
Al ^{IV}	1.26	1.50	1.16	1.27
Al ^{VI}	0.14	0.19	0.08	0.11
Ti	0.25	0.19	0.24	0.36
Fe ³⁺	0.37	0.43	—	—
Fe ²⁺	0.81	0.54	1.30	1.23
Mn	0.03	0.02	0.01	0.01
Mg	1.40	1.63	1.37	1.30
Ca	—	—	—	—
Ba	0.04	0.27	0.03	0.11
Na	—	—	0.03	0.06
K	0.98	0.73	0.88	0.77
F	—	—	0.22	0.17
V	0.01	—	—	—
Cl	—	0.05	0.06	0.01
OH	1.37	1.72	—	—
f	0.46	0.37	0.49	0.48
Phl	46.7	54.3	45.7	43.2
Ann	28.6	22.5	31.9	29.5

Примечание. В таблице приведены средние содержания элементов, в скобках — пределы вариаций содержаний. Анализы по Ильменам выполнены Е. И. Чуриным (ИМИН УрО РАН) на микрозонде Jeol-733 и энергодисперсионной приставке INCA Energy-200. H₂O в биотитах определена Г. Г. Кориневской в трубках Пенфилда. Содержания Cr₂O₃, CaO, Na₂O, F — ниже предела чувствительности прибора. Средние анализы биотитов комплекса Колдуэлл подсчитаны по данным (Shaw e. a., 1996); f — железистость, Phl — флотитовый минерал, Ann — аннитовый минерал.

дах оцитовых структур, собственной кристаллографической огранки многих минералов. В этом смысле показательно отсутствие в габбро Осинового мыса следов реакционных взаимоотношений минералов и их кайнотипный облик. Щелочной интрузивный комплекс Колдуэлл локализован во внутриконтинентальной рифтовой зоне протерозойского времени. По аналогии можно предположить, что глыбы биотит-амфиболового габбро Осинового мыса Ильмен также являются продуктами магматизма

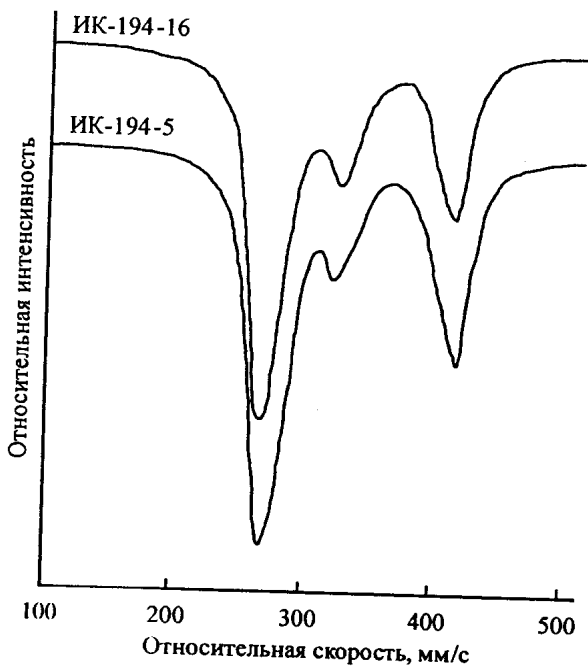


Рис. 5. Мёссбауэровские спектры бариевых биотитов из габбро Ильменских гор. ИК-194-5 — умеренно обогащенный барием биотит; ИК-194-16 — богатый барием биотит. Спектры сняты А. Б. Мироновым (ИМин УрО РАН) на спектрометре MS-2201 с источником излучения Co^{57} в матрице Rh (естественная ширина линии 0.26 мм/с). Спектр откалиброван по стандартному образцу нитропруссиде Na.

Fig. 5. Mössbauer spectra of barium biotites from gabbro of Ilmeny mountains: ИК-194-5 — moderately Ba-rich biotite; ИК-194-16 — Ba-rich biotite. Scanned with MS-2201 spectrometer: Co^{57} radiation in Rh matrix (natural linewidth 0.26 mm/sec).

Таблица 2

Физические свойства бариевых биотитов

Physical properties of barium biotites from Ilmen mountains

Параметры, свойства	ИК-194-5	ИК-194-16
Плотность ($d_{\text{ср}}$, г/см ³)	2.85	3.11
Твердость ($H_{\text{ср}}$, кг/мм ²)	156	236
Коэффициент анизотропии твердости (K_H)	2.48	2.33
Параметры элементарной ячейки:		
a (Å)	5.34	5.32
b (Å)	9.27	9.26
c (Å)	10.21	10.20
β (°)	100.21	99.81
V (Å ³)	497.71	495.48
n_p	1.600 ± 0.003	1.593 ± 0.003
n_m	1.652 ± 0.003	1.640 ± 0.003
n_g	1.656 ± 0.003	1.642 ± 0.003

Примечание. Проба ИК-194-5 отобрана из лабрадоритового биотит-амфиболового габбро, проба ИК-194-16 — из биотитового биотит-амфиболового габбро. Плотность минералов определена объемномерным методом в барометрической трубке, твердость — в полированных образцах на микротвердометре ПМТ-3 при нагрузке 100 г, показатели преломления — в иммерсионных жидкостях. Параметры элементарной ячейки подсчитаны по данным табл. 4.

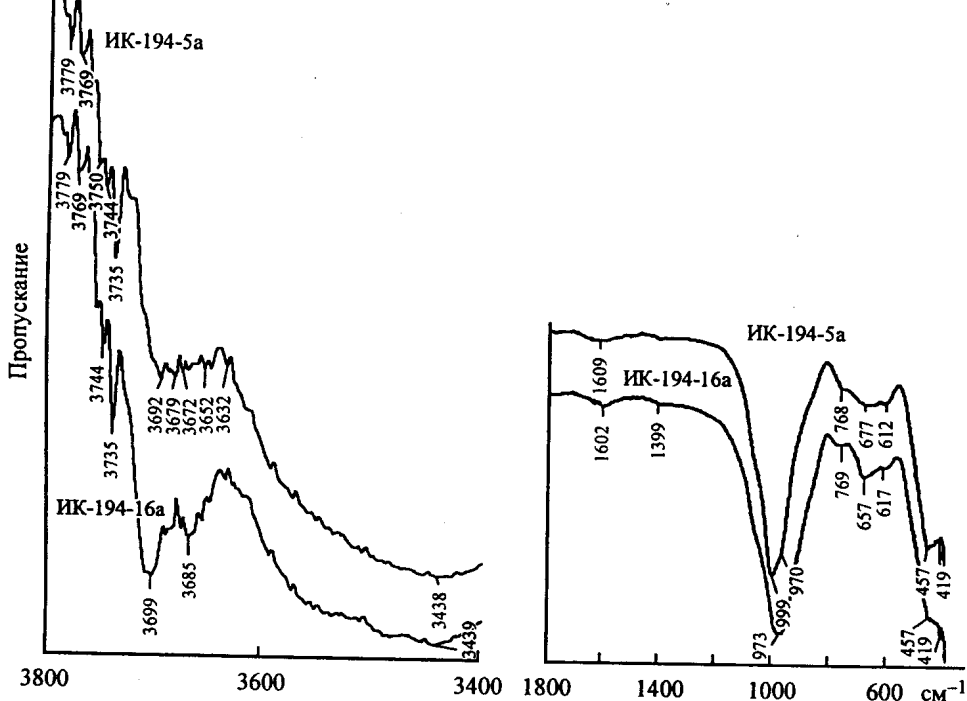


Рис. 6. Инфракрасные спектры умеренно обогащенного барием биотита из битит-амфиболового габбро (обр. ИК-194-5 и ИК-194-16). Спектры сняты В. Е. Еремяшевым (Имин УрО РАН) на ИК-Фурье спектрометре Nexus в таблетках с KBr.

Fig. 6. IR spectra of moderately Ba-rich biotite from biotite-amphibole gabbro (samples ИК-194-5 and ИК-194-16).

Таблица 3

Параметры мёссбауэровских спектров бариевых биотитов
Mössbauer spectra parameters of barium biotites from Ilmen mountains

Структурная позиция атомов Fe	Изомерный сдвиг, мм/с	Квадрупольное расщепление, мм/с	Ширина линии, мм/с	Относительное содержание, %
Обр. ИК-194-5				
Fe ²⁺ (M 1)	1.35	1.92	0.40	20.36
Fe ²⁺ (M 2)	1.32	2.56	0.40	47.80
Fe ³⁺ (M 1)	0.67	1.08	0.37	11.91
Fe ³⁺ (M 2)	0.60	0.73	0.37	19.93
Обр. ИК-194-16				
Fe ²⁺ (M 1)	1.21	2.20	0.33	22.07
Fe ²⁺ (M 2)	1.25	2.56	0.33	33.42
Fe ³⁺	0.63	0.80	0.55	44.51

Примечание. Параметры определены А. Б. Мироновым (Имин УрО РАН) с помощью программы MOSREF.

Дебаграммы бариевых биотитов

Debye-Scherrer powder patterns of barium biotites from Ilmen mountains (the South Urals)

ИК-194-5			ИК-194-16		
$d_{\text{ИЗМ}}, \text{ \AA}$	I	hkl	$d_{\text{ИЗМ}}, \text{ \AA}$	I	hkl
10.00	10	001	10.00	7	001
4.99	1	002	5.00	1	002
4.57	1	020			
			3.94	1	111
3.68	5	$\bar{1}12$	3.69	3	$\bar{1}12$
			3.40	4	022
3.35	9	003	3.35	6	003
3.13	2	112	3.13	1	112
2.910	7	$\bar{1}13$	2.910	9	$\bar{1}13$
			2.703	1	023
2.620	10	200	2.620	10	200
2.510	2	004	2.508	1	004
2.430	9	201	2.440	8	201
			2.320	1	$\bar{2}21$
			2.270	1	132
2.171	9	$\bar{1}33$	2.171	9	$\bar{1}33$
2.010	5	005	2.010	9	005
1.906	1	203			
			1.748	1	115
1.674	8	$\bar{1}35$	1.674	9	$\bar{1}35$
1.548	9	135	1.548	10	135
			1.534	1	$\bar{3}31$
			1.478	1	$\bar{1}36$
			1.434	1	007
1.364	1	136	1.364	6	136
1.336	4	$\bar{2}61$			
1.319	3	$\bar{3}35$			
1.307	2	261			

Примечание. Дебаграммы получены на УРС-2.0 в Институте минералогии УрО РАН. Аналитик Е. Д. Зенович.

древней рифтовой системы на краю Восточно-Европейского континента, выведенными на современную поверхность протрузиями серпентинитов. По-видимому, фассаитовые и биотит-амфиболовые габбро Осинового мыса — это представители пород нижней части коры Палеоурала.

Авторы благодарят сотрудников Института минералогии Е. И. Чурина, Т. В. Семенову, М. Н. Маляренко, В. Е. Еремышева, Т. М. Рябухину, П. В. Хворова, Е. Д. Зенович, А. Б. Миронова за выполненные аналитические работы, Е. И. Лекареву за отбор монофракций биотита.

Список литературы

Кобяшев Ю. С., Никандров С. Н., Вализер П. М. Минералы Ильменских гор, 2000 г. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2000. 118 с.

Кориневский В. Г., Попов В. А., Кориневский Е. В. Новые разновидности ультраосновных пород в Ильменогорском комплексе // Уральский геол. журн. 2000. № 5. С. 145—148.

Крылова М. Д., Галибин В. А., Крылов Д. П. Главные темноцветные минералы высокометаморфизованных комплексов (вопросы минералогии, петрологии и геохимии). Справочное пособие. Л.: Наука, 1991. 350 с.

Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. Ч. 1. М.: Наука, 1983. 367 с.

Минералы. Справочник. Т. IV. Вып. 1. М.: Наука, 1992. 600 с.

Номенклатура слюд: заключительный доклад подкомитета по слюдам Комиссии по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНМ ММА) // ЗВМО. 1998. № 5. С. 55—65.

Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А. Введение в топоминералогию Урала. М.: Наука, 1986. 294 с.

Shaw Cliff. S. J., Penczak Robert S. Barium- and titanium-rich biotite and flogopite from the Western and Eastern gabbro, Coldwell alkaline complex, Northwestern Ontario // Canad. Miner. 1996. Vol. 34. Part 5. P. 967—975.

Поступила в редакцию
21 мая 2004 г.