

В. Г. Кориневский, Е. В. Кориневский

ПЕРВАЯ НАХОДКА ФАССАИТА В ИЛЬМЕНОГОРСКОМ КОМПЛЕКСЕ

V. G. Korinevsky, E. V. Korinevsky

THE FIRST FIND OF FASSAITE IN ILMENOGORSKY COMPLEX

In territory of Ilmenian natural reserve the authors detect new for Urals varieties of fassaitic rocks: gabbro, metagabbro and amphibolites. Last are the new metamorphic rocks. They are inclusions in serpentinitic melange. Chemical composition and properties of two varieties of fassaites are considered: green and brown. The green color fassaites is conditioned by the dominance of atoms Fe^{3+} , brown – heightened (up to 2 %) amount TiO_2 . The sharp difference of fassaite from the sample of diopside causes to speak about necessity of rehabilitation of the term fassaite.

Фассаит – один из редких видов кальциевых клинопироксенов [9]. Он выделяется высокими содержаниями Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Тем не менее, фассаит неоправданно исключен из официальной номенклатуры пироксенов [10]. Вместо него предлагается очень громоздкий и неоднозначный термин «**железо-алюминиевый диопсид или авгит**» [10, с. 82]. Петрографы и петрологи продолжают широко использовать название фассаит, т. к. этот минерал является показателем высоких температур и давлений при формировании пород [2, 7, 1]. Мы поддерживаем такую точку зрения.

На Урале известен фассаит из пироксенитов горы Билимбаи и метасоматитов Борзовки [8, 3, 9]. О его находке в кальцифирах селянкинской толщи в Ильменских горах стало известно относительно недавно [11]. Часть бесцветных зерен клинопироксена авторы отнесли к диопсиду, а часть – к фассаиту. Мы полагаем, что в последнем случае имела место ошибка при проведении микрондового анализа. Расчет кристаллохимической формулы «фассаита» по данным работы [11, с. 70] показывает крайне низкое содержание в нем Са, невысокое Fe, большой избыток Al и аномально высокое количество калия: $(Ca_{0.56}K_{0.06})_{0.62}(Mg_{0.92}Fe_{0.11})_{1.03}Al^{VI}_{0.31}Ti_{0.02}(Si_{1.75}Al^{IV}_{0.25})_2O_6$. Все это решительно не соот-



Рис. 1. Места находок фассаитовых пород в Ильменогорском комплексе. 1 – населенные пункты, 2 – контуры озер, 3 – места находок фассаитовых пород: 1 – Осиновый мыс на оз. Бол. Ишкуль, 2 – подножье горы Савелькуль.

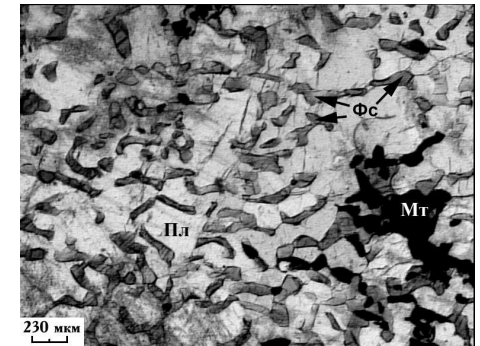
ветствует параметрам состава фассаита, приведенным в известных работах [2, 9]. Тем не менее, эти ошибочные данные опубликованы в последних сводках по минералогии Ильмен [1, 4]. Фактически, фассаит в Ильменах оставался неизвестным.

Клинопироксены, полностью отвечающие характеристике фассаита, выявлены нами на двух

участках Ильменских гор (рис. 1). Один расположен на восточном берегу оз. Бол. Ишкуль (Осиновый мыс), другой – на восточном побережье оз. Бол. Миассово (северо-западное подножье горы Савелькуль, квартал 112 Ильменского заповедника). В обоих случаях породы, содержащие фассаит, слагают глыбы-включения в полимиктовом серпентинитовом меланже. На Осиновом мысе этот меланж относительно свеж [5], а на Савелькульском участке – сильно метаморфизован (оливин-энстатит-антофиллитовые породы) и, вместе с включенными в него глыбами различных по составу амфиболитов, слагает крупные олистолиты в апоосадочной матрице выделяемой нами древней уразбаевской олистостромовой толщи [6]. В этих-то породах и обнаружены две разновидности фассаита: зеленая и коричневая.

В пределах полосы серпентинитового меланжа на Осиновом мысу спорадически встречаются различных размеров глыбы и блоки интрузивных и метаморфических пород (энстатититы, оливиниты, габбро, вебстериты, клинопироксениты, амфиболиты и др.). Среди этих включений В. А. Поповым была обнаружена глыбка полнокристаллической неравномернозернистой меланократовой породы (проба ОСМ-5). Основную массу породы гипидио-

Рис. 2. Симплектитовые вростки зеленого фассаита (Фс) и магнетита (Мт) в анортите (Пл) в фассаитовом габбро с Осинового мыса (обр. ОСМ-5). Шлиф, в проходящем свете.



морфнозернистой структуры (70–75 % объема) слагают бесцветные прозрачные сдвойникованные зерна анортита размером до 2–3 мм, местами содержащими скопления чешуек мусковита. Зерна анортита имеют пойкилитовую структуру. Включениями являются мелкие (0.02–1 мм) червеобразные вростки темно-зеленого клинопироксена (фассаита), занимающие 2–25 % объема породы (рис. 2). Эти вростки имеют угловатые очертания и в пределах вмещающих их зерен анортита обнаруживают определенную ориентировку с одновременным погасанием. По форме они напоминают ихтиоглипты кварца в графических сростаниях с полевым шпатом в гранитных пегматитах. Подобные структуры (симплектитовые сростки) характерны для изверженных горных пород, в том числе и для габбро. По этим структурным признакам мы и отнесли описываемые породы с Осинового мыса к симплектитовому фассаитовому габбро. **Породы такого состава в Ильменогорском метаморфическом комплексе еще не встречались. Не обнаружены они и на остальной территории Урала.** Более редки (1–3 %) подобные по форме и размерам вростки магнетита. Последний образует симплектитовые сростки также и с фассаитом. В виде одиночных зерен или в прожилках совместно с фассаитом и магнетитом в габбро присутствуют темно-бурые зерна амфибола (чермакита) поперечником до 1–5 мм. Скопления медово-желтых прозрачных зерен клиноцоизита поперечником до 3–5 мм образуют в габбро многочисленные прожилки и гнезда. Как ясно из описания, фассаит в габбро слагает как мелкие симплектитовые сростки с анортитом и магнетитом, так и прожилки из более крупных зерен (до 2–3 мм) совместно с чермакитом и магнетитом.

Темно-зеленый цвет выделений фассаита сохраняется и в шлифах. В них наблюдается слабый плеохроизм от зеленовато-бурого по N_p до синевато-зеленого (по N_g) цвета. Оптических неоднородностей в пределах отдельных зерен не отмечено. Минерал двусосный, оптически положительный ($+2V = 61–65^\circ$; $cN_g = 52–55^\circ$;

Таблица 1

**Химический состав (мас. %) фассаитов
из пород Ильменских гор на Урале**

Ком- понент	Зеленый фассаит (проба ОСМ-5)							Коричневый фассаит	
	Фассаит из срата- ний с анортитом			Фассаит из прожилка				проба ИК- 173-13-1	проба ИК- 173-13-2
	1	2	3	4	5	6	7		
SiO ₂	43.88	43.29	41.52	44.75	46.91	43.56	44.63	46.33	49.21
TiO ₂	0.33	0.35	0.18	0.19	0.17	0.16	0.15	2.15	1.27
Al ₂ O ₃	11.93	10.20	13.73	10.48	7.75	12.17	9.70	9.500	5.41
Cr ₂ O ₃	0.17	0.04	0.15	-	-	-	-	0.05	-
Fe ₂ O ₃	7.44	8.33	7.80	7.06	6.50	6.96	6.57	1.73	1.45
FeO	2.33	2.61	2.44	2.21	2.03	2.18	2.06	4.21	3.54
MnO	0.17	0.21	0.19	0.25	0.23	0.21	0.21	0.15	0.07
MgO	9.33	9.69	8.90	10.47	11.66	10.49	11.04	11.43	13.55
CaO	24.88	24.31	24.55	24.42	24.60	24.45	25.15	24.54	24.48
Na ₂ O	0.10	0.11	0.10	0.07	0.13	0.05	0.09	0.07	-
K ₂ O	0.25	0.21	0.17	-	-	-	-	0.20	-
Сумма	100.81	99.35	99.73	99.90	99.98	100.23	99.60	100.36	98.98
Формульные коэффициенты									
Si ^{IV}	1.64	1.65	1.57	1.68	1.75	1.63	1.70	1.72	1.83
Al ^{IV}	0.36	0.35	0.43	0.32	0.25	0.37	0.30	0.28	0.17
Al ^{VI}	0.16	0.11	0.18	0.14	0.09	0.17	0.14	0.14	0.07
Ti	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.06	0.04
Cr ³⁺	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-
Fe ³⁺	0.21	0.24	0.22	0.20	0.18	0.20	0.19	0.05	0.04
Fe ²⁺	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.13	0.11
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-
Mg	0.52	0.55	0.50	0.58	0.65	0.58	0.63	0.63	0.75
Ca	0.99	0.99	1.00	0.98	0.98	0.98	0.95	0.97	0.98
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	-
K	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	0.01	-

Примечание: анализы выполнены Е. И. Чуриным (ИМин УрО РАН) на рентгеновском микроанализаторе JXA-733. Прочерк – значения меньше чувствительности прибора (0.03–0.05%). Содержания Fe₂O₃ и FeO в фассаитах рассчитаны с учетом параметров их мессбауэровских спектров (табл. 3).

1–7 – анализы отдельных зерен фассаита. Проба ОСМ-5 – глыбка фассаитового габбро в серпентинитовом меланже на Осиновом мысе восточного берега оз. Бол. Ишкуль (Ильменский заповедник). Проба ИК-173-13-1 – глыбка гранат-фассаитового анортитового метагаббро с клиноцоизитом, паргаситом, ильменитом и герцинитом в метаморфизованном серпентинитовом меланже у северо-западного подножья горы Савелькуль (Ильменский заповедник). Проба ИК-173-13-2 – включение шпинель (герцинит)-фассаитового анортитового амфиболита с ильменитом в метагаббро.

$n_g = 1.737$; $n_p = 1.714$), спайность выражена плохо. Проведенные микронзондовые определения состава включений фассаита в анортите из различных участков габбро показали незначительные колебания содержаний основных окислов (табл. 1), бедность минерала титаном (TiO_2 менее 0.35 %). Фассаиты из прожилков отличаются повышенными количествами SiO_2 , MgO , еще более низкими содержаниями TiO_2 .

По данным мессбауэровского спектра (рис. 3, табл. 2) в зеленом фассаите очень велика роль атомов Fe^{3+} (в 3 раза больше, чем атомов Fe^{2+}). В этом кроется причина интенсивной зеленой окраски фассаита из габбро, что согласуется с данными по другим регионам [9, с. 331]. Высокие содержания Al_2O_3 , заметная роль Fe_2O_3 в составе этого кальциевого клинопироксена полностью отвечают характеристике состава фассаита [9], резко отличают его от состава типового диопсида. Столь же типовыми для фассаита оказались и результаты рентгенометрических исследований зеленого фассаита из габбро Осинового мыса. Параметры его элементарной ячейки, рассчитанные по данным табл. 3, составляют: $a_0 - 9.73 \text{ \AA}$; $b_0 - 8.86 \text{ \AA}$; $c_0 - 5.28 \text{ \AA}$; $\beta - 105.85^\circ$; $V - 438.08 \text{ \AA}^3$. Развития вторичных минералов по фассаиту не отмечено. Инородные включения в нем обычно отсутствуют, зато наблюдаются неровные поверхности синхронного роста с кристаллами анортита и магнетита. Графические пойкилитовые вростки фассаита в крупных зернах анортита нередко пересекают двойниковые полосы последнего.

На восточной окраине Ильменского заповедника у северо-западного подножья г. Савелькуль среди кварцитов и биотитовых гнейсов кыштымской толщи (рифей-венд) наблюдаются разрозненные

Рис. 3. Мессбауэровские спектры зеленого (ОСМ-5) и коричневого (ИК-173-13-1) фассаитов. Сняты А. Б. Мироновым (ИМин УрО РАН) на спектрометре МС-2201 с источником излучения Co^{57} в матрице Rh (естественная ширина линии 0.26 мм/с). Спектр откалиброван по стандартному образцу нитропрусида Na.

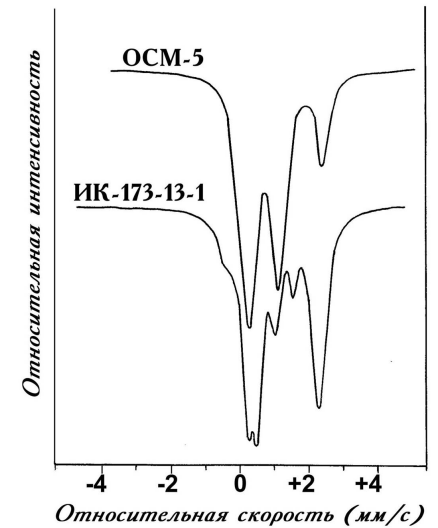


Таблица 2

Параметры мессбауэровского спектра фассаитов из Ильменских гор

Структурная позиция атомов Fe	Зеленый фассаит (ОСМ-5)				Коричневый фассаит (ИК-173-13-1)			
	Изомерный сдвиг, мм/с	Квадрупольное расщепление, мм/с	Ширина линии, мм/с	Относительное содержание, %	Изомерный сдвиг, мм/с	Квадрупольное расщепление, мм/с	Ширина линии, мм/с	Относительное содержание, %
Fe ²⁺ (M1)	1.16	2.34	0.39	23.0	1.20	2.07	0.49	61.6
Fe ²⁺ (M2)	1.22	2.97	0.25	2.8	0.96	2.96	0.49	11.4
Fe ³⁺ (M1)	0.62	0.84	0.54	74.2	0.72	0.54	0.42	27.0

Примечание: параметры определены А. Б. Мироновым (ИМин УрО РАН) с помощью программы MOSREF.

выходы пород метаморфизованного серпентинитового меланжа. Участками он содержит многочисленные мелкие включения разнообразных амфиболитов, горнблендитов, редко – метагаббро [6]. Основной объем одного из таких включений гранатового метагаббро поперечником 0.5 × 2.25 × 3 м слагает неравномернозернистая полнокристаллическая порода пятнистой, полосчатой, шлировидной текстуры. Порфиробласты преимущественно сложены темно-коричневыми кристаллами граната (пиропистый альмандин-гроссуляр) поперечником от 4–7 мм до 20 мм, занимающими 18–20 % объема породы. Они довольно равномерно насыщают породу, на 50–60 % образованную гипидиоморфными крупными (до 5–20 мм) кристаллами бесцветного прозрачного (в шлифах) анортита, плотно соприкасающимися друг с другом, без какой-либо преимущественной ориентировки. Анортитовые зерна двойникованы, слабо затронуты вторичными изменениями (серцит, кальцит). Очень характерна пойкилитовая структура зерен граната и анортита. В анортите заключены множество мелких (0.2–1 мм) изометричных зерен коричневого клинопироксена, занимающего 15–20 % объема породы, а также небольших (до 1 мм) бесцветных прозрачных короткостолбчатых кристаллов клиноцоизита и его гнездообразных скоплений, и тонкая (до 0.1 мм) вкрапленность кристалликов ильменита и хлорapatита, иногда – циркона, отдельные зерна темного буро-зеленого паргасита, агрегаты неправильной формы зерен зеленовато-черной магнезиально-железистой шпинели. Порфиробласты граната буквально переполнены изометричными, часто с гладкой сферической поверхностью, бесцвет-

Таблица 3

**Дифрактограммы фассаитов из пород
Ильменогорского комплекса на Урале**

Проба ОСМ-5			Проба ИК-173-13-1			Проба ИК-173-13-2		
d, Å	I, %	hkl	d, Å	I, %	hkl	d, Å	I, %	hkl
4.42	10	020	4.43	5	020	4.44	7	020
			4.00	5	20 $\bar{1}$			
3.34	13	021	3.34	16	021	3.34	12	021
3.22	44	220	3.22	26	220	3.22	56	220
2.986	100	22 $\bar{1}$	2.986	100	22 $\bar{1}$	2.985	100	22 $\bar{1}$
2.943	56	310	2.947	31	310	2.946	51	310
2.894	31	3 $\bar{1}1$	2.894	33	3 $\bar{1}1$	2.891	33	3 $\bar{1}1$
2.551	34	13 $\bar{1}$	2.555	29	13 $\bar{1}$	2.560	23	13 $\bar{1}$
			2.545	11	002			
						2.530	22	002
2.514	45	221	2.515	44	221	2.513	32	221
2.301	15	311	2.303	13	311	2.303	14	311
2.228	6	3 $\bar{1}2$	2.227	5	3 $\bar{1}2$	2.220	12	112
2.206	6	22 $\bar{2}$	2.206	8	22 $\bar{2}$			
2.145	17	330	2.148	10	330	2.150	21	330
2.126	23	33 $\bar{1}$	2.126	20	33 $\bar{1}$	2.130	20	33 $\bar{1}$
2.104	14	42 $\bar{1}$	2.105	13	42 $\bar{1}$	2.104	11	42 $\bar{1}$
2.031	14	041	2.032	15	041	2.036	26	041
2.016	5	40 $\bar{2}$				2.013	11	240
1.971	1	13 $\bar{2}$	1.970	5	13 $\bar{2}$	1.969	7	13 $\bar{2}$
1.833	8	222	1.834	8	222	1.834	12	222
			1.743	16	150	1.749	18	150
1.668	10	04 $\bar{2}$	1.703	25	31 $\bar{2}$			
1.619	21	53 $\bar{1}$	1.622	21	44 $\bar{1}$	1.624	24	22 $\bar{3}$
			1.610	5	60 $\bar{1}$	1.613	11	53 $\bar{1}$
						1.601	4	440
						1.584	7	511
1.557	11	600				1.575	6	530
			1.543	5	350	1.546	12	350
						1.531	8	023
			1.528	3	35 $\bar{1}$	1.525	5	35 $\bar{1}$
			1.509	8	6 $\bar{2}1$			

Примечание: дифрактометр ДРОН-2.0, FeK α излучение с графитовым монохроматором, внутренним эталоном (Ge). Аналитик П. В. Хворов, Институт минералогии УрО РАН.

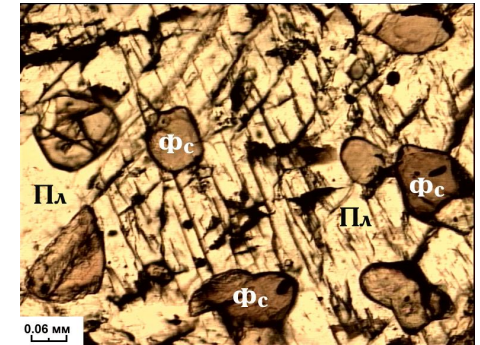
ОСМ-5 – малотитанистый зеленый фассаит; ИК-173-13-1, 2 – высокотитанистый коричневый фассаит.

ными прозрачными зернышками клиноцоизита, которых особенно много в ядрах кристаллов граната. Здесь же присутствуют отдельные выделения фассаита, паргасита, апатита, ильменита, шпинели и циркона. Суммарное содержание клиноцоизита в породе может достигать 10 %.

По составу главных компонентов (анортит, клинопироксен) и гипидиоморфнозернистой структуре описываемая порода относится к габброидам, а наличие в ней пойкилобластов граната, клиноцоизита и паргасита свидетельствует о проявившихся процессах высокотемпературного метаморфизма (метасоматоза). С учетом сказанного породу можно назвать фассаитовым метагаббро. В нем часто присутствуют обособления меланократовых амфиболитов неправильной, пластинчатой или сферической формы. Они имеют резкие границы с вмещающими метагаббро, являясь, по-видимому, ксенолитами. По периферии некоторых ксенолитов наблюдается черная кайма шириной 5–7 мм, представленная агрегатом мелких зерен шпинели и ильменита. С помощью компьютерной программы Scion Image for Windows (Beta 4.0.2) были обработаны фотоснимки нескольких шлифов фассаитовых амфиболитов. Подсчитывался процент занимаемой отдельными минералами площади шлифа. Амфиболиты сложены гипидиоморфными кристаллами (1–5 мм) темного зелено-бурого паргасита (от 21 до 34 %, усредненно 31.8 %) в сростании с темно-коричневыми зернами клинопироксена (от 23 до 39 %, усредненно 23.2 %) и многочисленными зернами (0.2–1 мм) темно-зеленой шпинели (от 16 до 34 %, усредненно 17.1 %), мелкой сыпью (до 0.1 мм) ильменита (2.7 %), крупными (до 10–15 мм) лейстами анортита (от 2 до 27 %, усредненно 15.5 %) с пойкилитовыми разрозненными включениями зернышек (20–50 мкм) клиноцоизита, возможно, корунда и кальцита (суммарно около 9 %), округлых выделений циркона. Важно отметить, что одним из главных минералов описываемых гранатовых метагаббро и находящихся в них ксенолитов шпинелевых амфиболитов является темно-коричневый клинопироксен, оказавшийся фассаитом. **Обнаруженные фассаитовые шпинелевые амфиболиты являются новой, неизвестной ранее, разновидностью метаморфических пород.**

Зерна фассаита в шлифах также окрашены в коричневый цвет, прозрачны, с плохо проявленными трещинами призматической спайности. Плеохроизм минерала достаточно отчетливый: цвета по N_g – лиловато-коричневые, по N_p – светлые зеленовато-бурые. На столике Федорова определены оптические свойства фассаита: $+2V = 55-58^\circ$, $cN_g = 44^\circ$, а в иммерсионных жидкостях: $n_g = 1.722$, $n_p = 1.696$. Характернейшей морфологической особенностью зерен фассаита из метагаббро является их грануломорфный облик (рис. 4, 5). Иногда на изобилующей мелкими сглаженными

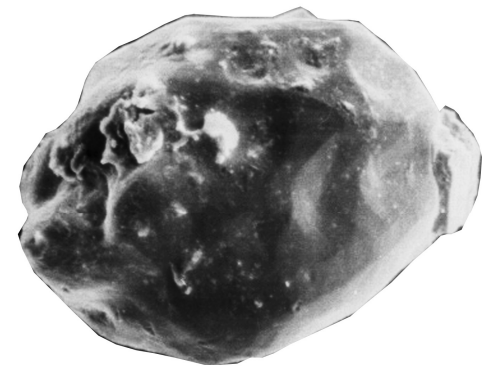
Рис. 4. Изометричные включения коричневого фассаита (Фс) в крупных кристаллах анортита (Пл). Фассаитовое метагаббро (обр. ИК-173-13-1). Шлиф в проходящем свете.



ямками и выступами сферической поверхности зерен плоские грани видны лишь фрагментарно (рис. 5). Такая морфология зерен не характерна для метаморфических пород. Она может иметь место у зерен, претерпевших механическую обработку (окатывание), либо возникать в экстремальных P-T условиях у синхронно растущих минералов изверженных пород. Уместно напомнить, что в этих же метагаббро мельчайшие включения клиноцоизита и циркона в порфиробластах граната почти повсеместно имеют гладкие сферические поверхности. Кристаллы фассаита из ксенолитов амфиболитов в метагаббро имеют более крупные размеры, нередко гипидиоморфный габитус (рис. 6).

Коричневые фассаиты из метагаббро и амфиболитов по особенностям состава (высокое содержание Al_2O_3 и атомов Fe^{3+}) отвечают их типовым признакам (см. табл. 1). Их отличительной особенностью являются достаточно высокие содержания TiO_2 (до 2 %), относительно небольшие количества окислов железа. Вероятно, этим и обусловлен интенсивный коричневый цвет фассаитов [9, с. 331]. Следует отметить и существенные различия в составе (см. табл. 1) фассаитов из метагаббро (ИК-173-13-1)

Рис. 5. Сглаженная изометричная форма зерен фассаита с мелкими неровностями на гладкой поверхности. Лишь участками сохраняются плоские грани кристалла. Фассаитовое метагаббро (обр. ИК-173-13-1). Снято В. А. Котляровым (ИМин УрО РАН) на сканирующем микроскопе РЭММА-202м.



420 мкм

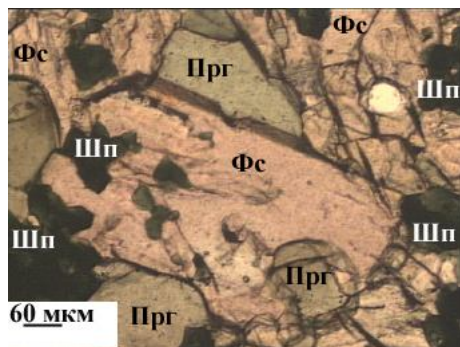


Рис. 6. Гипидиоморфные зерна фассаита (Фс) среди кристаллов паргасита (Прг) в фассаитовом амфиболите (обр. ИК-173-13-2). Шп – шпинель.

и амфиболитов (ИК-173-13-2). У фассаитов из метагаббро заметно меньше SiO_2 , MgO , но больше TiO_2 , Al_2O_3 . При этом параметры ячейки и дифрактограммы (см. табл. 3) обеих разновидностей коричневых фассаитов очень близки: у фассаита ИК-173-13-1: $a_0 - 9.67 \text{ \AA}$; $b_0 - 8.87 \text{ \AA}$; $c_0 - 5.28 \text{ \AA}$; $\beta - 105.91^\circ$; $V - 436.14 \text{ \AA}^3$; у фассаита ИК-173-13-2: $a_0 - 9.68 \text{ \AA}$; $b_0 - 8.89 \text{ \AA}$; $c_0 - 5.21 \text{ \AA}$; $\beta - 105.84^\circ$; $V - 431.57 \text{ \AA}^3$. Эти цифры близки и к параметрам зеленого фассаита из габбро Осинового мыса (см. выше). Идентичными оказались и ИК-спектры зеленого и коричневого фассаитов (рис. 7), на которых присутствуют все полосы поглощения, характерные для фассаитов [9, с. 331]. Помимо заметной разницы в содержаниях TiO_2 , зеленые и коричневые фассаиты наиболее существенно (почти в 2 раза) отличаются количествами

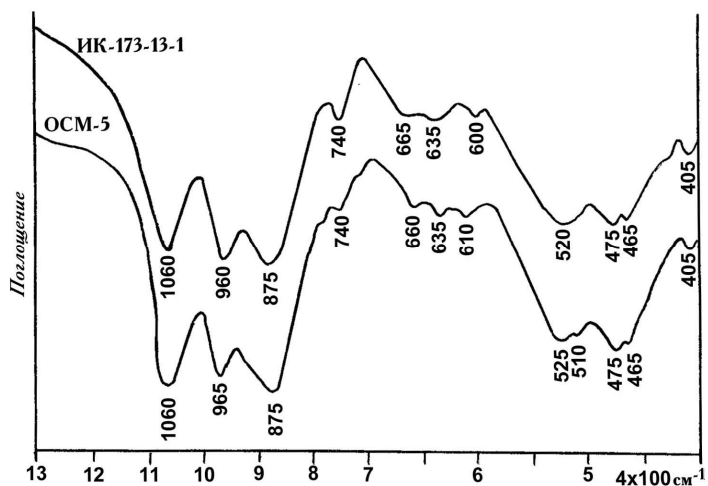


Рис. 7. Инфракрасные спектры коричневого (ИК-173-13-1) и зеленого (ОСМ-5) фассаитов. Сняты Н. И. Кашигиной (ИМин УрО РАН) на спектрометре UR-20 в таблетке с КВг.

окислов железа и их соотношениями друг с другом (см. табл. 1, 2). По данным мессбауэровского спектра (см. табл. 2) доля атомов Fe^{3+} в зеленом фассаите составляет 74.2 %, а в коричневом фассаите – всего 27 %. Мессбауэровский спектр фассаита из гранатового метагаббро (см. рис. 3) подтвердил наличие в пироксене включений ильменита.

Таким образом, в Ильменогорском комплексе надежно установлено существование двух разновидностей фассаита, которые входят в состав в различной степени метаморфизованных пород: габбро, метагаббро и амфиболитов. Ими сложены глыбы-включения в метаморфизованном серпентинитовом меланже.

Авторы благодарны В. А. Попову, Е. И. Чуринову, В. А. Котлярову, Л. Я. Кабановой, П. В. Хворову, Н. И. Кашигиной, Н. И. Вализер за большую помощь при проведении исследований фассаитов Ильмен.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 01-05-65446).

Литература

1. *Баженов А. Г.* К систематике пироксенов Ильменогорского комплекса метаморфических, гранитоидных и щелочных пород // Уральский минер. сб. № 11. Миасс: ИМин УрО РАН, 2001. С. 38–64.
2. *Добрецов Н. Л., Кочкин Ю. Н., Кривенко А. П. и др.* Породообразующие пироксены. М.: Наука, 1971. 454 с.
3. *Колесник Ю. Н.* Кальциево-силикатные породы из ультраосновных массивов и проблемы их генезиса // Геология и геофизика, 1972. № 9. С. 16–27.
4. *Кобяшев Ю. С., Никандров С. Н., Вализер П. М.* Минералы Ильменских гор, 2000. Миасс: ИГЗ УрО РАН, 2000. 118 с.
5. *Кориневский В. Г., Попов В. А., Кориневский Е. В.* Новые разновидности ультраосновных пород в Ильменогорском комплексе // Уральский геол. журн., 2000. № 5. С. 145–148.
6. *Кориневский В. Г., Кориневский Е. В.* Новые доказательства в пользу выделения уразбаевской олистостромы в Ильменогорском комплексе // Уральский геол. журн., 2001. № 2. С. 61–83.
7. *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.
8. *Латыш И. К.* Минеральный состав и условия локализации титаномагнетитовых руд Висимского месторождения на Среднем Урале // Тр. Горно-геол. ин-та УФ АН СССР, 1960. Вып. 50. 76 с.
9. *Минералы.* Справочник. Т. 3. Вып. 2. М.: Наука, 1981. 614 с.
10. *Моримото Н., Гинзбург И. В., Зайферт Ф. А. и др.* Номенклатура пироксенов // Минерал. журн., 1989. № 5. С. 67–84.
11. *Рассказова А. Д., Ленных В. И., Вализер Н. И.* Кальцифиры и мраморы нижних толщ Ильмено-Вишневогорского комплекса // Ежегодник-1985. Свердловск, ИГГ УНЦ АН СССР. 1986. С. 68–71.

