

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СОСТАВЕ МИНЕРАЛОВ ГРАНАТ-КЛИНОПИРОКСЕНОВЫХ И ГРАНАТ-ЛАВСОНИТ-ХЛОРИТОВЫХ ПОРОД ИЗ “МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВОЙ” ЕДИНИЦЫ МАКСЮТОВСКОГО КОМПЛЕКСА

© 2014 г. А. А. Зворыгина

Максютовский комплекс слагает крупный аккреционный клин, располагающийся на Южном Урале и протягивающийся к востоку от Главной офиолитовой сuture на расстояние около 200 км. В его строении выделяется три структурно-вещественных единицы (“серии”), различающиеся составом, структурой и особенностями метаморфизма [1]. Нижняя единица сложена метатерригенными породами (кварцитами, слюдянокварцевыми и слюдяными сланцами с фенгитом, гранатом, Na- и Ca-амфиболами), включающими линзы, пласты и будины разнообразных эклогитов и эклогитоподоб-

ных пород. Средняя (“мафит-ультрамафитовая”) единица представлена антигоритовыми серпентинитами, содержащими многочисленные включения гранат-пироксеновых и лавсонитсодержащих пород (рис. 1). Породы включений имеют специфичный состав. Для них характерно низкое содержание кремнезема (SiO_2 32–41 мас. %) и натрия (Na_2O до 1 мас. %) и высокое глинозема (Al_2O_3 до 30 мас. %) и кальция (CaO 7–19 мас. %). Ранее она рассматривалась в качестве фрагментов высокобарического меланжа, залегающего в основании верхней единицы, метаморфизованной в условиях

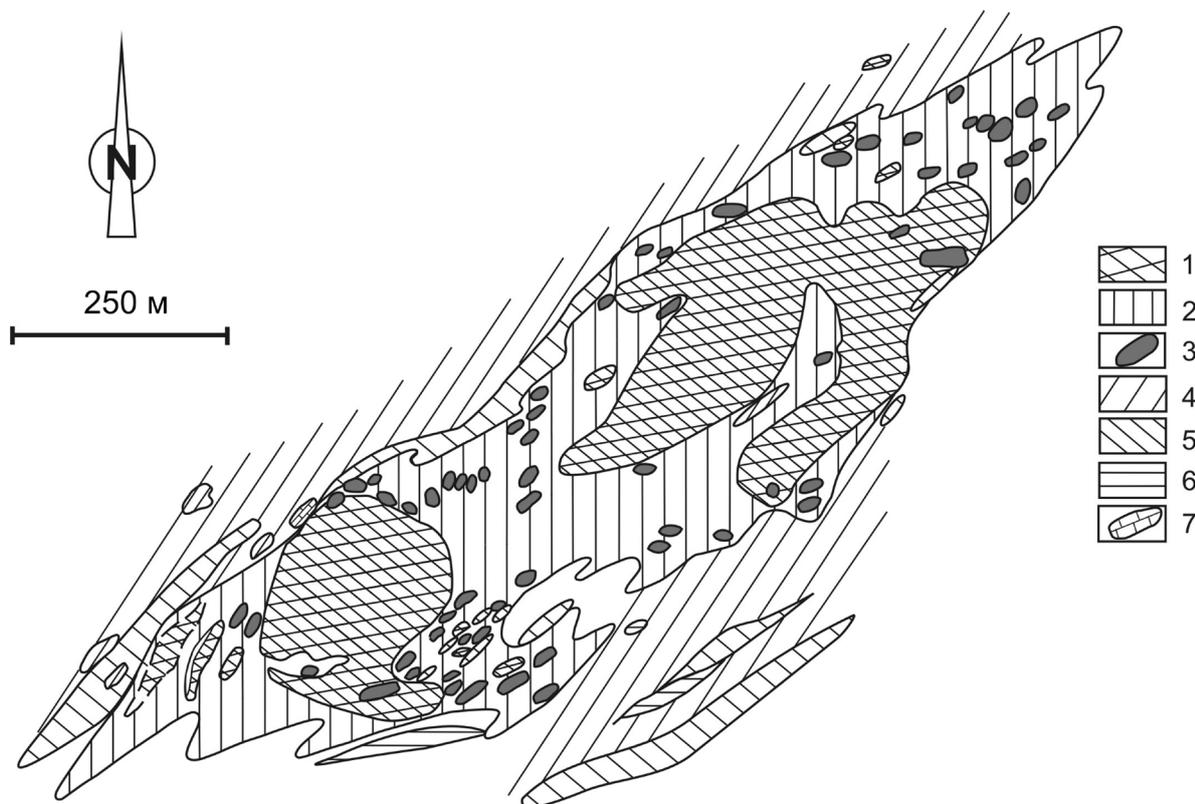


Рис. 1. Схематическая геологическая карта фрагмента меланжа в районе Караяново-Утарбаево.

1 – антигоритовые серпентиниты; 2 – зона меланжа; 3 – гранат-клинопироксеновые и лавсонитсодержащие породы; 4–7 – верхняя единица: 4 – зеленокаменные породы, зеленые сланцы, метаморфизованные горнблендиты, габбро, диабазы; 5 – графитистые кварциты; 6 – слюдяные сланцы; 7 – мраморы.

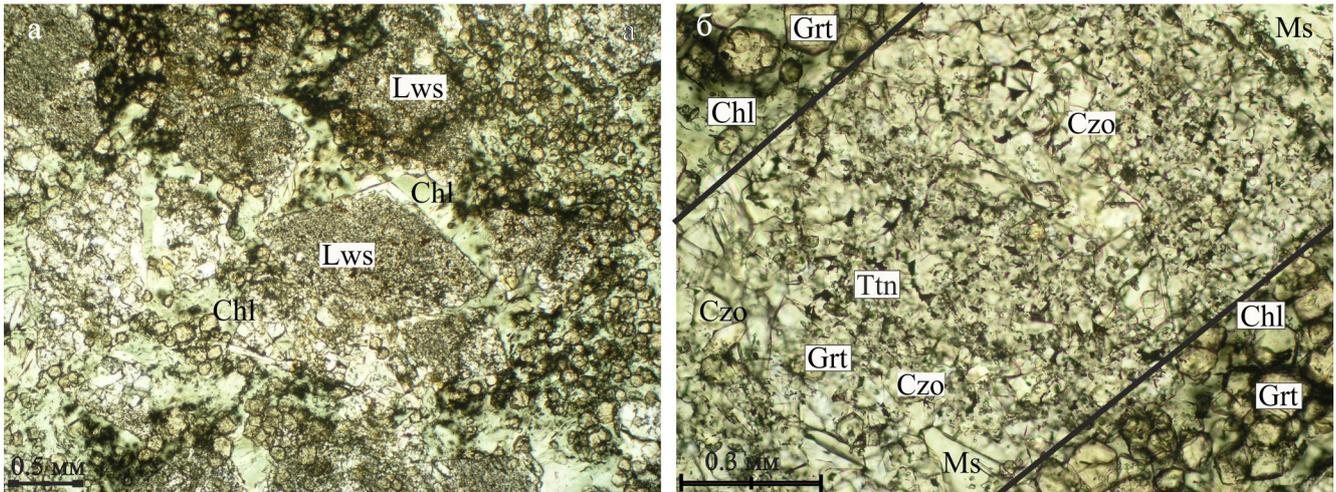


Рис. 2. Структурные особенности гранат-лавсонит-хлоритовых пород (а) и псевдоморфоз по лавсониту (б).

Grt – гранат, Czo – клиноцоизит, Lws – лавсонит, Ms – мусковит, Ttn – титанит, Chl – хлорит.

винчит-зеленосланцевой фации и сложенной преимущественно зеленокаменными породами и зелеными сланцами с прослоями графитистых кварцитов и редкими линзами мраморов [2–4].

Гранат-лавсонит-хлоритовые и лавсонит-хлоритовые породы характеризуются большим разнообразием структурно-текстурных особенностей, минеральных парагенезисов и количественных соотношений минералов, часто обнаруживаются жилкообразные выделения и пятна мелкозернистых гранатитов и цозит-хлоритовых образований (рис. 2а). Породы обладают разной зернистостью, имеют массивную, реже полосчатую текстуру и порфиробластовую структуру. Порфиробласты представлены различными псевдоморфозами по лавсониту (см. рис. 2в) размером от 0.5 до 1–2 см и крупными зернами граната. В их составе присутствуют гранат, клиноцоизит, мусковит-фенгит, реже альбит и кальцит. Минеральный состав псевдоморфоз очень сильно меняется, иногда даже в пределах одного образца (табл. 1, 2).

Лавсонит представлен крупными, от 1–2 до 10–12 см, псевдоморфными кристаллами с характерными ромбовидными или прямоугольно-квадратными сечениями. Псевдоморфозы по лавсониту сложены 1) клиноцоизитом и альбитом; 2) клиноцоизитом, кальцитом и альбитом; 3) слюдой, клиноцоизитом, гранатом и альбитом.

Гранат в лавсонитсодержащих породах представлен мелкими изометричными кристаллами размером от первых сотых до 0.2 мм, причем наиболее мелкие кристаллы встречаются в псевдоморфозах по лавсониту. Ядра гранатов из основной массы и псевдоморфоз богаты спессартином, а в направлении к краю его содержание падает. Напротив, содержание железа от центра к краю растет, также увеличивается содержание кальция. Коли-

чество пиропового компонента достаточно выдержанное по профилям гранатов основной массы и гранатов псевдоморфоз. По составу гранат основной массы отвечает следующей минеральной формуле: с – Sps 19.44 Gros 37.31 Alm 37.93, r – Sps 3.38 Alm 41.21 Gros 48.49; гранат из псевдоморфоз: с – Alm 7.92 Gros 23.47 Sps 55.78, r – Sps 29.46 Alm 30.17 Gros 35.22; с – Alm 6.52 Gros 28.93 Sps 59.72, r – Alm 24.17 Sps 34.34 Gros 38.38. Как видно, гранаты зональны и эта зональность выражается в замещении: Mn → Fe, Ca в направлении от центра к краю (рис. 3)

Мусковит-фенгит развит в матрице гранат-клинопироксеновой и гранат-лавсонит-клиноцоизит-альбит-мусковитовой породы и в псевдоморфозах по лавсониту в виде пластинчатых выделений размером от первых сотых до 0.2 мм. Он характеризуется незначительными колебаниями состава ($Si^{4+} = 3.09–3.37$, Na = 0.04–0.10 к. ф., железистость 16–39%).

Хлорит преимущественно развит в основной массе пород, гораздо реже отмечается в составе псевдоморфоз, оконтуривая последние. Представлен мелкочешуйчатыми агрегатами и отдельными пластинками размером в 0.03–0.05 мм, окрашенными в грязно-зеленые и желтовато-зеленые тона. По составу отвечает железистому клинохлору, характеризуется следующими колебаниями содержания кремнезема (2.78–2.91 к. ф.) и железистости (18–36%).

Кальцит встречается как в виде крупнокристаллических образований размером от 0.3 до 0.6 мм с совершенной спайностью и ярко проявленной псевдоабсорбцией, так и в виде тонкозернистых прожилково-образных выделений. Для обеих разновидностей характерны перламутровые цвета интерференции. Содержит примесь желе-

Таблица 1. Химический состав минералов (мас. %)

Объект	Минерал		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Σ
Матрикс породы	1	Czo	37.44	0.09	30.41	0.07	1.10	0.33	0.03	23.81	0.00	0.00	93.28
	2	Chl	25.66	0.05	18.66	0.02	18.17	0.84	19.27	0.00	0.00	0.00	82.69
	3	Ms	46.15	0.05	36.01	0.03	0.58	0.05	0.83	0.01	0.38	10.32	94.49
I	4	Grt	37.21	0.16	20.41	0.07	18.18	8.57	0.20	14.58	0.03	0.00	99.40
	5		38.03	0.04	20.88	0.02	19.94	1.52	0.78	18.59	0.02	0.04	99.86
	6	Czo	39.21	0.02	31.48	0.01	1.29	0.18	0.01	24.46	0.01	0.00	96.7
	7	Chl	27.54	0.00	18.92	0.06	17.50	0.75	19.87	0.02	0.00	0.00	84.7
	8	Ms	46.83	0.06	34.70	0.16	0.87	0.01	1.35	0.01	0.28	10.37	94.6
II	9	Ms	46.35	0.08	34.44	0.02	0.70	0.01	1.33	0.00	0.32	10.51	93.8
	10	Ms	46.77	0.09	34.43	0.00	0.61	0.00	1.24	0.04	0.27	10.47	93.9
II	11	Ttn	30.11	38.63	1.19	0.00	0.19	0.07	0.02	27.96	0.25	0.13	98.6
	12	Grt	36.48	0.59	19.89	0.04	3.72	25.81	0.04	11.48	0.00	0.01	98.1
	13		37.57	0.19	20.62	0.03	11.42	15.12	0.10	14.30	0.00	0.06	99.4
	14	Czo	38.87	0.28	30.94	0.05	1.94	0.64	0.03	23.92	0.02	0.03	96.7
III	15	Czo	38.99	0.06	30.88	0.06	2.28	0.88	0.02	23.63	0.02	0.00	96.8
	16	Ms	46.73	0.06	34.70	0.15	0.65	0.02	1.31	0.00	0.29	10.38	94.3
IV	17	Ms	45.39	0.02	33.31	0.03	0.64	0.00	1.26	0.00	0.27	10.41	91.3
	18	Czo	38.30	0.07	29.82	0.00	2.86	0.24	0.02	24.11	0.00	0.01	95.4
	19	Grt	35.62	3.41	18.58	0.00	4.43	24.06	0.07	12.28	0.00	0.00	98.5
	20		37.02	0.17	20.33	0.02	14.67	12.95	0.15	13.82	0.02	0.00	99.2
	21	Czo	38.14	0.10	29.43	0.00	3.24	0.22	0.02	23.95	0.01	0.04	95.2
	22	Ms	44.98	1.33	34.51	0.01	0.34	0.00	0.55	1.28	0.35	9.92	93.3
	23	Czo	37.14	0.11	30.14	0.01	0.99	0.38	0.00	23.59	0.02	0.01	92.4
	24	Ms	45.57	0.05	32.93	0.07	0.61	0.04	1.40	0.01	0.23	10.48	91.4
	25	Grt	37.14	0.16	20.52	0.02	15.21	10.57	0.16	14.58	0.01	0.00	98.4
	26		37.13	0.19	20.32	0.05	17.16	9.05	0.20	14.42	0.01	0.00	98.5
27	Chl	26.07	0.03	19.47	0.21	18.37	0.80	19.44	0.05	0.02	0.02	84.5	

Примечание. I–IV – псевдоморфозы по лавсониту. Grt – гранат, Czo – клиноцоизит, Ms – мусковит, Ttn – титанит, Chl – хлорит. Анализы выполнены на микроанализаторе Cameca SX 100 (ИГГ УрО РАН, аналитики Д.А. Замятин, В.В. Хиллер).

Таблица 2. Расчетные кристаллохимические формулы

Объект	Минерал	Расчетные кристаллохимические формулы (катионный метод)
Матрикс	Клиноцоизит	(Ca _{2.00})(Al _{2.86} Fe _{0.07} Ca _{0.04} Mn _{0.02} Ti _{0.01}) _{3.00} [Si _{2.99} Al _{0.01} O ₂₂](OH) ₂
	Мусковит-фенгит	(K _{0.95} Na _{0.05}) _{1.00} (Al _{1.88} Fe _{0.03} Mg _{0.08}) _{1.99} (Si _{3.06} Al _{0.94}) _{4.00} (O OH) ₁₀
Псевдоморфозы	Хлорит	(Mg _{3.11} Fe _{1.65} Al _{1.16} Mn _{0.08}) _{6.00} (Si _{2.78} Al _{1.22}) _{4.00} O ₁₀ (OH) ₈
	Клиноцоизит	(Ca _{1.98})(Al _{2.82} Fe _{0.13} Mn _{0.04} Ti _{0.02}) _{3.01} [Si _{3.00} O ₂₂](OH) ₂
		(Ca _{2.00})(Al _{2.76} Fe _{0.19} Ca _{0.03} Mn _{0.02}) _{3.00} [Si _{3.00} O ₂₂](OH) ₂
		(Ca _{2.00})(Al _{2.85} Fe _{0.07} Ca _{0.04} Mn _{0.03} Ti _{0.01}) _{3.00} [Si _{2.99} Al _{0.01} O ₂₂](OH) ₂
	Мусковит-фенгит	(K _{0.96} Na _{0.04}) _{1.00} (Al _{1.81} Fe _{0.05} Mg _{0.13} Cr _{0.01}) _{2.00} (Si _{3.10} Al _{0.90}) _{4.00} (O OH) ₁₀
		(K _{0.96} Na _{0.04}) _{1.00} (Al _{1.84} Fe _{0.03} Mg _{0.12}) _{1.99} (Si _{3.13} Al _{0.87}) _{4.00} (O OH) ₁₀
	(K _{0.86} Na _{0.05} Ca _{0.09}) _{1.00} (Al _{1.85} Fe _{0.02} Mg _{0.06} Ti _{0.07}) _{2.00} (Si _{3.07} Al _{0.93}) _{4.00} (O OH) ₁₀	
	Хлорит	(Mg _{3.13} Fe _{1.54} Al _{1.26} Mn _{0.07}) _{6.00} (Si _{2.91} Al _{1.09}) _{4.00} O ₁₀ (OH) ₈
		(Mg _{3.07} Fe _{1.63} Al _{1.20} Mn _{0.07} Ca _{0.01} Cr _{0.01}) _{5.99} (Si _{2.77} Al _{1.23}) _{4.00} O ₁₀ (OH) ₈

за и марганца (<1 мас. %), при этом если в гранат-клинопироксеновой породе Fe > Mn, то в гранат-лавсонит-хлоритовой породе Fe < Mn.

Клиноцоизит из гранат-клинопироксеновых пород характеризуется достаточно постоянным составом (F = 18 ± 2%), представлен мелкими призматическими кристаллами размером до 0.04 мм с аномальной синевато-серой интерференционной окраской.

Альбит соответствует № 97–99. Выделения его ксеноморфны, выполняют интерстиции преимущественно между зернами клиноцоизита.

Минералогическая характеристика, особенно наличие порфиробластов псевдоморфно замещенного лавсонита в породах, свидетельствует о сложности процессов, их длительной истории образования и (или) преобразования и изменения.

Гранат-клинопироксеновые породы, слагающие линзовидно-шаровые и глыбообразные включения в серпентинитовом меланже, сопровождаются мощными ореолами разнообразных лавсонитсодержащих пород. Геологическое картирование этих ореолов позволяет обнаруживать в них хо-

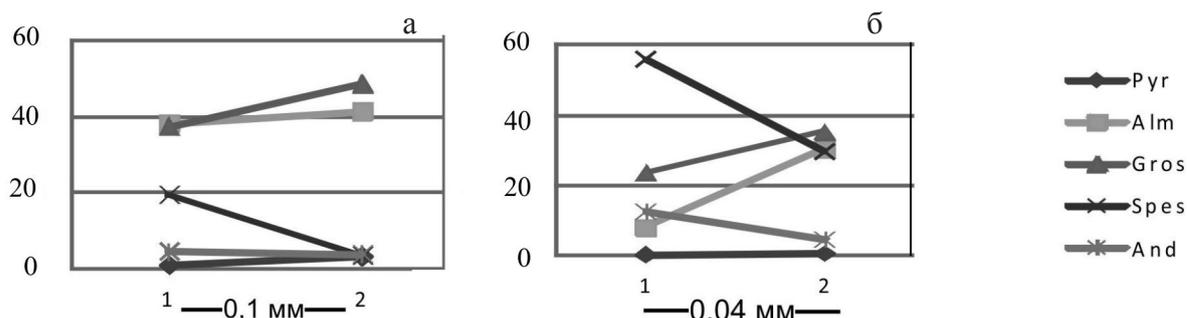


Рис. 3. Концентрационные профили через зерна граната.

а – зерно граната из матрикса гранат-пироксеновой породы, б – зерно граната из псевдоморфозы по лавсониту. 1 – центр, 2 – край.

рошо сохранившиеся фрагменты биметасоматической зональности, сформированной при высокой активности кальция и щелочей. Гранатовые, цоизитовые и хлоритовые разновидности лавсонитсодержащих пород пространственно связаны с телами гранат-клинопироксеновых пород. В отдельных участках такая закономерность иногда нарушается поздними деформациями, сопровождающимися формированием разнообразных гидротермальных и гидротермально-метасоматических жил.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вализер П.М., Русин А.И., Краснобаев А.А. Меланж в структуре Максютковского эклогит-глаукофансланцевого комплекса: антигоритовые серпентиниты, кальциевые эклогиты, лавсонитсодержащие породы (Южный Урал) // Современные проблемы магматизма и метаморфизма. Т. 1. СПб., 2012. С. 97–100.
2. Добрецов Н.Л. Глаукофансланцевые и эклогит-глаукофансланцевые комплексы СССР. Новосибирск: Наука, 1974. 429 с.
3. Ленных В.И. Эклогит-глаукофановый пояс Южного Урала. М.: Наука, 1977. 160 с.
4. Ленных В.И., Вализер П.М. Лавсонитовые родингиты максютковского эклогит-глаукофансланцевого комплекса // Ежегодник-1985. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 73–76.
5. Русин А.И. Высокобарический метаморфизм Урала // Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 421–460.