

УДК 552.3:549:553.078(470.55/.57)

ИСТОРИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И МИНЕРАГЕНИЯ УЛЬТРАМАФИТОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Полянин, Е.Н. Дусманов

Аннотация

Изучены минералого-петрографические особенности рудоносных массивов ультрамафитов Челябинской области: Уфалейского, Маукского, Сугомакского, Чебаркульского и Травниковского. Массивы сложены преимущественно антигоритовыми серпентинитами, значительно реже распространены тальк-карбонатные породы и не полностью серпентинизированные дуниты, гарцбургиты и лерзолиты. Реконструирована минеральная эволюция ультрамафитов. Сделаны выводы о зависимости минерагенической специализации ультрамафитов от первичного (догидратационного) состава и последующих син- и постгидратационных минеральных преобразований.

Ключевые слова: ультрамафиты, серпентиниты, минерагения, минеральная эволюция, Челябинская область.

Введение

Складчатое сооружение Урала относится к Урало-Азиатскому подвижному поясу. Как известно, в пределах Уральской системы выделяют Западную и Восточную мегазоны, разделенные Уральским глубинным разломом, представляющим собой зону крупноамплитудного шарьирования, маркируемую преимущественно массивами ультраосновных и основных пород, объединяемых в офиолитовую ассоциацию.

Первым минералого-петрографическое описание ультрамафитов Южного Урала дал Б.П. Кротов [1]. Значительный вклад в изучение процессов минералообразования и серпентинизации Урала внесли Д.С. Штейнберг и И.С. Чашухин [2], А.С. Варлаков [3]. Изучением геологического строения, минеральных преобразований и минерагении ультрамафитов Южного Урала занимались Н.И. Бородаевский [4], И.Ф. Романович [5], В.Р. Артемов, П.М. Татаринев [6], Д.Е. Савельев и В.И. Сначев [7], К.К. Золотов [8], Б.Я. Меренков, Г.Г. Кораблев и ряд других исследователей. Работы одного из авторов этой статьи [9, 10] посвящены структурно-вещественной и минерагенической эволюции офиолитов Урало-Азиатского пояса.

Настоящая работа представляет собой попытку ответить на ряд слабо освещенных в литературе вопросов, касающихся прежде всего минеральной и минерагенической эволюции офиолитов и связи минеральных преобразований и минерагенической специализации ультрамафитов с историей геологического развития Южного Урала.

Объекты и методы исследования

Работа посвящена реконструкции минеральной и минерагенической эволюции ряда рудоносных массивов ультрамафитов, расположенных в Челябинской области и характеризующихся разным минеральным составом и минерагенией: Уфалейского, Маукского, Сугомакского, Чебаркульского и Травниковского.

Определение минерального состава и последовательности образования минералов осуществлялось при описании прозрачных петрографических шлифов в проходящем свете. В качестве дополнительного метода диагностики минералов использовалось изучение образцов с помощью растрового электронного микроскопа Carl Zeiss EVO GM с возможностью рентгено-спектрального микрозондового анализа. Этот метод позволяет различать между собой минералы группы кальцита, такие как магнезит, доломит, брейнерит, собственно кальцит, что затруднительно при изучении петрографических шлифов классическими методами оптической микроскопии. Кроме того, микрозондовый анализ использовался для определения рудных минералов группы шпинели (магнетит-хромшпинелид).

Результаты и их обсуждение

Ультрамафиты вышеперечисленных массивов представлены преимущественно серпентинитами антигоритового состава. Реже отмечаются сильно серпентинизированные дуниты, гарцбургиты и лерцолиты (северо-запад Уфалейского массива), карбонат-антигорит-оливиновые породы (Маукский массив), тальк-карбонатные породы (Чебаркульский и Травниковский массивы). В Сугомакском массиве среди антигоритовых серпентинитов наблюдаются тела карбонатитов.

К каждому из массивов приурочены месторождения и проявления определенных типов полезных ископаемых, пространственно и генетически связанных с конкретными минеральными ассоциациями (табл. 1).

Из первичных силикатов, догидратационных по времени формирования, в массивах ультрамафитов встречаются такие минералы, как оливин-1, орто- и клинопироксены, а также хромшпинелид и магнетит. В настоящее время первичные силикаты относительно широко распространены в северо-западной части Уфалейского массива, в других же массивах ультрамафитов – в виде незначительных реликтовых включений.

В хромитовых рудах Уфалейского массива при помощи растрового электронного микроскопа с микрозондовым анализом в серпентине, заключенном между выделениями хромшпинелида, обнаружены сульфиды никеля. Вероятно, образование сульфидов никеля происходило близодновременно с хромшпинелидом.

В ходе последующих минеральных преобразований массивы ультрамафитов претерпевали сингидратационные изменения, в результате которых сформировались минералы группы серпентина и другие. Так, одним из первых по оливину образовывался лизардит-1 (шнуры лизардита-1 пересекают зерна оливина-1, образуя петельчатую структуру с ядрами оливина в центральных частях; рис. 1, а), по ортопироксену – бастит (зерна ортопироксена нацело замещены серпентином). Клинопироксен (диопсид) замещался гидродиопсидом. Близодновременно

Табл. 1

Последовательность минералообразования и минерагеническая специализация ультрамафитов

Массив (преобладающие породы)	Минерагеническая специализация	Вмещающие породы (минеральные ассоциации)	Последовательность минералообразования
Уфалейский (антигоритовые серпентиниты)	Хром	Аподунитовые антигорит-лизардитовые серпентиниты с реликтами оливина (Л + ОлI + А + Хр + К + Хш + Мт)	[ОлI + Мт(Ол) + Хш + ОП + КП ± сNi] → [ХМт + Бс + Мт(Бс) ↔ ЛI ↔ Рв → Л2 → ?Бт(Хр?) ↔ Хр1 ↔ К1] →
	Никель	Выветрелые лизардит-антигоритовые серпентиниты (А + Кв + Л + Хр + Хш + Мт)	[А ± Мт(А) + ?Бт → Хл ↔ Т ± Ол2 → Хр2 → К2 ± Мт(К2) ↔ Тр] → [Кв + гоFe ↔ пвОл + мNi]
	Коллекционное сырье	Выветрелые лизардит-антигоритовые серпентиниты с жилами кварца	
Маукский (антигоритовые серпентиниты)	Облицовочный камень	Карбонат-антигорит-оливиновые породы (Ол2 + А + К + Мт)	[ОлI + ОП + Хш] → [Л2 + Мт(Л2) + Мт(Хш) + Бс ± Мт(Бс) + ХМт + Хр? + Мт(Хр?)] → [А + К + Ол2 + Мт(А) + Л3]
Сугомакский (антигоритовые серпентиниты)	Железо, редкоземельные элементы	Жилы карбонатитов с титанмагнетитовой минерализацией в антигоритовых серпентинитах (А + Тр + Мт)	[Ол + ОП + Хш + Мт(Ол)?] → [Л + Мт(Л) + Бс + ХМт] → [А + Мт(А) → Хр ↔ К1] → [К2 + Мт + ТМт + Ап + РЗЭ → Тр]
Чебаркульский (антигоритовые серпентиниты)	Щебень	Антигоритовые серпентиниты (А + ОлI + К + Мт)	[Хш + Ол + ОП + Мт(Ол)] → [ХМт + Бс + Л ↔ К1] →
	Тальковый камень	Тальк-карбонатные породы (Т + К + Хл + Мт)	[А ± Мт(А) → Хр → К2 + Т + Мт(Т+К) → Тр → Хл] → [пвОл]
Травниковский (антигоритовые серпентиниты)	Щебень	Антигоритовые серпентиниты (А + К + Хш + Мт)	Хш + Ол + ОП] → [ХМт + Бс ± Мт(Бс) + Л ↔ гДи → Хр1 ± Мт(Хр) ↔ К1] →
	Порошковидный тальк	Выветрелые тальк-карбонатные породы (Т)	[А + Мт(А) + К2 + Т(А) + Хр2] → [Кв + гоFe + Хл + Гм]
	Коллекционное сырье	Антигоритовые серпентиниты с жилами кварца	
	Облицовочный камень	Антигоритовые серпентиниты (А + К + Хш + Мт)	

Минералы: А – антигорит, Ап – апатит, Бс – бастит, Бт – брусит, , гДи – гидродиопсид, Гм – гематит, гоFe – гидроксиды железа, К – карбонат, Кв – кварц, КП – клинопироксен, Л – лизардит, Мт (в скобках указан минерал, с которым ассоциирует магнетит) – магнетит, мNi – минералы никеля (непуит, гарниерит, никелевый керолит, никельсодержащие охры), Ол – оливин, ОП – ортопироксен, пвОл – продукты выветривания оливина (боулинит, иддингсит), Рв – ревинскит, РЗЭ – редкоземельная минерализация (монацит), сNi – сульфиды никеля, Т – тальк, ТМт – титаномангнетит, Тр – тремолит, Хл – хлорит, ХМт – хроммагнетит, Хр – хризотил, Хш – хромшпинелид. Курсивом отмечены минералы, наличие которых реконструировано с помощью анализа реликтово-псевдоморфных структур серпентинитов Б.Я. Меренкова.

и, вероятно, несколько позднее происходило образование лизардита-2, отличающегося от лизардита-1 формой выделения (лизардит-2 образует ленточные агрегаты) и присутствием магнетита.

Из периферийных частей зерен хромшпинелида происходил вынос хрома, алюминия и магния (по данным микронзондового анализа) с образованием хроммагнетитовой оторочки (рис. 2, *а, б*). На рис. 2, *б* приведен фрагмент треугольной диаграммы, на которой показано нормированное содержание катионов Fe, Cr, Mg + Al (по результатам микронзондового анализа суммарное количество перечисленных катионов приравнено к 1, затем высчитан вес каждого из катионов в этой сумме). Обозначениями 3 и 4 на диаграмме показаны точки, анализ которых осуществлялся в зернах хромшпинелида, имеющих хроммагнетитовую оторочку (3) и неизменное ядро (4). Как видно из диаграммы, содержание хрома, магния и алюминия в оторочке зерен значительно ниже, чем в их центральной части.

В конце стадии лизардитизации образовывались прожилки хризотила-1 с магнетитом, формирующие шовные шнуры в лизардите либо пересекающие шнуры лизардита, а также незначительно проявлялись процессы карбонатизации (карбонат-1).

Возможно, за счет сульфидов никеля при гидратации ультрамафитов образовывался ревдинскит (никелевый серпентин), который в дальнейшем послужил источником никеля при образовании кор выветривания на Черемшанском месторождении никеля.

Следующим процессом, оказавшим значительное влияние на минералогию массивов ультрамафитов, явилась массовая антигоритизация, которая происходила при повышении температуры. Образующиеся при этом чешуйки, снопы и лейсты антигорита замещают ранее сформированные оливин, бастит, лизардит (рис. 1, *а*), хризотил-1 и карбонат-1. Местами отмечаются скопления зерен магнетита, напоминающие морфологически прожилки хризотила. Вероятно, прожилки хризотила позднее были нацело замещены антигоритом.

В некоторых массивах синхронно с антигоритом выделялся брусит. О близодновременном их образовании свидетельствует то, что волокнистые агрегаты брусита протыкаются лейстами антигорита, но в то же время замещают их.

В Маукском массиве повышение температуры при метаморфизме привело к превышению пределов устойчивости антигорита (по [3] при 400–550 °С и давлении до 3–5 кбар наблюдается равновесное сосуществование оливина и антигорита), в результате чего произошла дегидратация ранее сформированных серпентинитов с образованием оливина-2. Вместе с оливином-2 образовывался карбонат-2. О близодновременном образовании этих минералов свидетельствует тот факт, что карбонат замещает лейсты антигорита, лейсты антигорита протыкают зерна карбоната и зерна оливина-2, и, в свою очередь, оливин-2 замещает лейсты антигорита (рис. 1, *б*).

Вероятно, на момент начала этапа антигоритизации в Маукском массиве еще сохранились зерна оливина-1, рассеченные шнурами лизардита-1 с магнетитом. Позднее при образовании оливина-2 происходило уничтожение шнуров лизардита (1 и 2), но сохранялись зерна магнетита (по шнурам лизардита), образующие в зернах оливина-2 петлеподобные узоры. Рисунок, образованный зернами магнетита, наблюдается как в оливин-2, так и в карбонате-2, что может свидетельствовать об образовании карбоната по оливину либо по петельчатому серпентину (лизардиту-1). При понижении температуры метаморфизма по зернам оливина-2 образовывались тонкие шнуры лизардита-3.

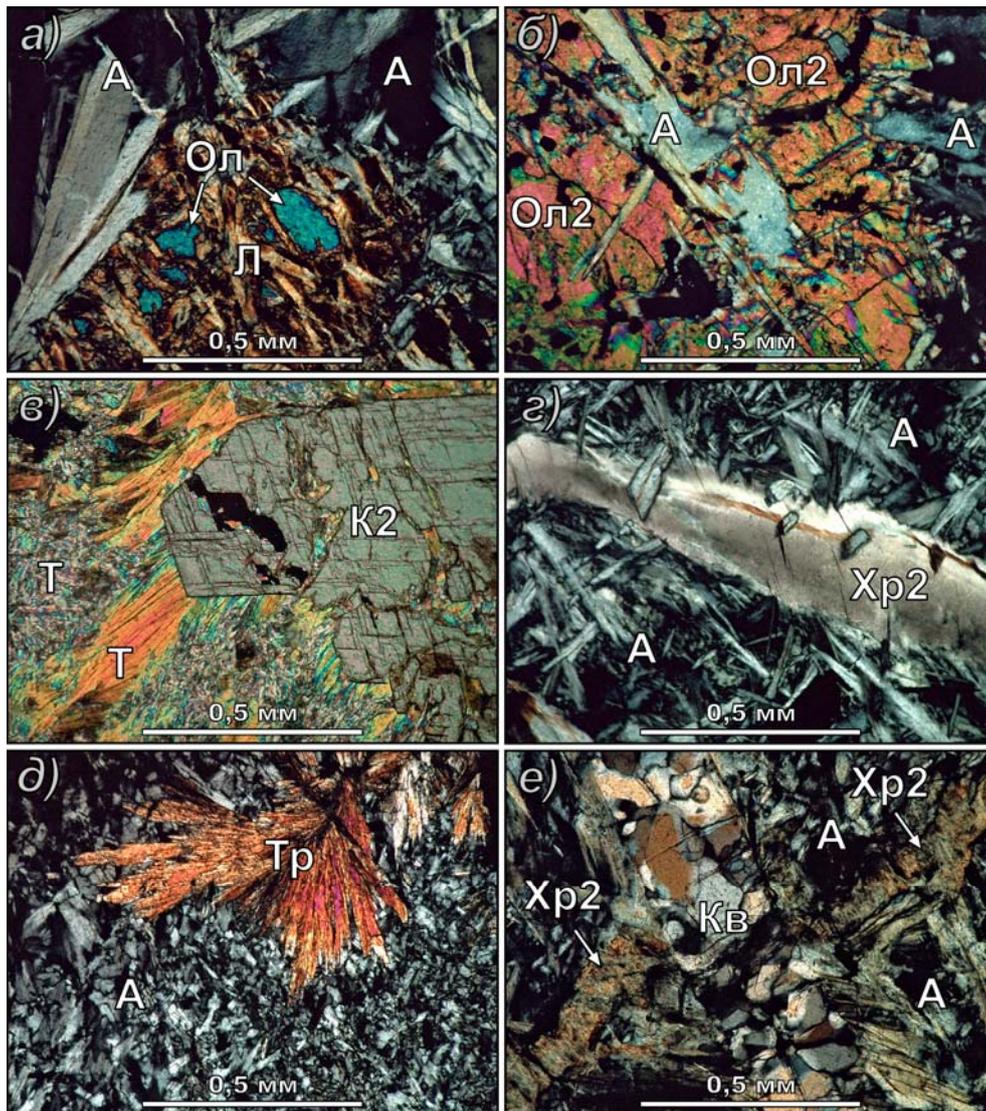


Рис. 1. Взаимоотношения минералов (фотографии петрографических шлифов в скрещенных николях): а) лейсты антигорита (А) замещают шнуры лизардита (Л), рассекающие зерно оливина (Ол), по лизардиту и оливину развиты продукты выветривания, обр. Уф-402-4; б) лейсты антигорита (А) пересекают зерна оливина-2 (Ол2), и оливин-2 образуется по лейстам антигорита, обр. Мк-368; в) зерно карбоната (К2) пересекает чешуйки талька (Т), чешуйки талька протыкают зерно карбоната, обр. Чб-344; г) лейсты и снопы антигорита (А) пересекаются прожилком хризотила-2 (Хр2), но в то же время протыкают этот прожилок, обр. Чб-348; д) по чешуйчато-лейстовидным агрегатам антигорита (А) развиты сноповидные образования тремолита (Тр), обр. Уф-398-1; е) прожилок кварца (Кв) пересекает прожилок выветрелого поперчноволокнутого хризотила-2 (Хр2), рассекающего лейстовидные агрегаты антигорита (А), обр. Уф-402-3н

С зонами антигоритизации связано повышенное содержание магнетита, что может являться признаком образования магнетита одновременно с антигоритом.

Вероятно, в конце этапа антигоритизации массивов ультрамафитов образовывался хлорит-1, чешуйки которого замещают лейсты антигорита. К этому

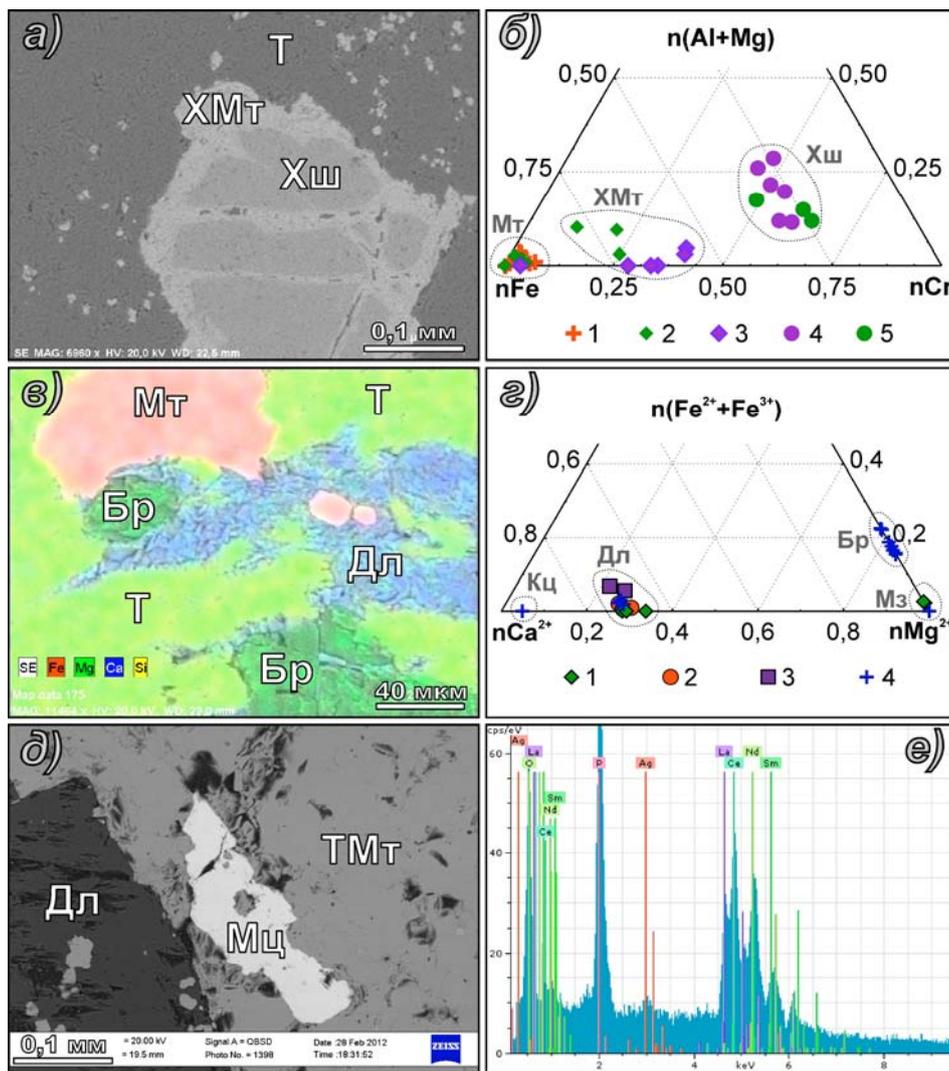


Рис. 2. Результаты изучения образцов в растровом электронном микроскопе (*а*, *д* – электронно-микроскопические снимки; *б*, *г* – фрагменты треугольных диаграмм, построенные по данным микроанализа; *в* – электронно-микроскопический снимок с функцией NурегМар; *е* – фрагмент микронзондового спектра): *а*) зерно хромшпинелида (Хш) в тальковой массе (Т) замещено по периферии и трещинкам хроммагнетитом (ХМт), обр. Чб-344; *б*) фрагмент треугольной диаграммы, показывающий нормированное (см. в тексте) содержание железа, хрома, магния и алюминия в минералах ряда магнетит-хромшпинелид; по морфологическим признакам анализируемые зерна разбиты на: 1 – магнетит, 2–3 – хроммагнетит, 4–5 – хромшпинелид; 3–4 – анализы зерен хромшпинелида (4), имеющих хроммагнетитовую оторочку (3); точечными контурами выделены условные поля: «Мт» – магнетит, «ХМт» – хроммагнетит, «Хш» – хромшпинелид; *в*) наличие в тальк-карбонатной породе с включениями магнетита (Мт) двух минералов группы кальцита – брейнерита (Бр) и доломита (Дл), обр. Чб-335; *г*) фрагмент треугольной диаграммы, показывающий нормированное (см. в тексте) содержание кальция, магния, железа в минералах группы кальцита для: 1 – антигоритовых серпентинитов; 2 – карбонат-антигорит-оливиновых пород, 3 – карбонатитов, 4 – тальк-карбонатных пород; точечными контурами условно выделены поля: «Кц» – кальцит, «Дл» – доломит, «Бр» – брейнерт, «Мз» – магнезит; *д*) зерно монацита (Мц) в титаномagnetите (ТМт) среди доломита (Дл), обр. Сл-367-а; *е*) энергодисперсионный спектр зерна монацита, приведенного на рис. 2, *д*, обр Сл-367-а

времени можно также отнести образование карбоната-2 и талька вплоть до формирования тальк-карбонатных пород (рис. 1, в). По данным микронзондового анализа, карбонат-2 тальк-карбонатных пород представлен преимущественно двумя разновидностями – брейнеритом и доломитом (рис. 2, в, з).

Снопки антигорита протыкают прожилки и зерна карбоната-2, но в то же время карбонат-2 развивается по лейстам антигорита, и по лейстам антигорита образуются чешуйки талька. Позднее сформировались прожилки поперечно-локнистого хризотила-2, пересекающие лейсты антигорита и чешуйки хлорита. На близодновременное образование антигорита и хризотила-2 указывает то, что прожилки хризотила-2 разрывают лейсты антигорита и в то же время протыкаются ими (рис. 1, з).

Несколько позднее проявилась карбонатизация. Агрегаты карбоната-3 пересекают лейсты антигорита и протыкают прожилки хризотила-2. В некоторых случаях с зернами карбоната связаны выделения магнетита. Возможно, в это время в некоторых массивах происходило образование тремолита-1. Так, зерна тремолита протыкают лейсты антигорита (рис. 1, д) и замещают прожилки хризотила.

Слабоосвещенным остается вопрос о временных взаимоотношениях карбонатитовых жил (впервые как карбонатиты описаны Н.В. Свяжиным [11]), с вмещающими их антигоритовыми серпентинитами в юго-восточной части Сугомакского массива. По нашим данным карбонатиты сформировались после антигоритизации ультрамафитов. Согласно [12] карбонатиты образовались на границе ордовика и силура.

В минеральную ассоциацию карбонатитов входят следующие минералы: карбонат-4 (железистый доломит), магнетит, титаномагнетит, апатит и монацит (по данным микронзондового анализа редкоземельная минерализация представлена фосфатом церия и лантана – рис. 2, д, е). Контакты антигоритовых серпентинитов и жил карбонатитов тремолитизированы (тремолит-2).

Отметим, что образование минералов группы кальцита в ультрамафитах происходило в несколько стадий. На рис. 2, з представлен фрагмент треугольной диаграммы, на которой показаны нормированные содержания катионов кальция, магния и железа (нормирование производилось по аналогии с минералами ряда магнетит-хромшпинелид – см. выше). На диаграмме видно, что преобладающее количество проанализированных зерен карбоната относится к доломиту, который характерен для антигоритовых серпентинитов, карбонатитов, карбонат-антигорит-оливиновых и тальк-карбонатных пород. Кроме того, в антигоритовых серпентинитах реже встречается магнезит, в то время как в тальк-карбонатных породах встречаются все перечисленные минералы, но преобладающим является брейнерит.

Следующим по времени проявления процессом явилось окварцевание ультрамафитов, в Травниковском массиве сопровождавшееся образованием хлорита-2 и гематита.

Прожилки кварца пересекают агрегаты антигорита и зерна хромшпинелида. Так, из рис. 1, е видно, что прожилка кварца пересекает прожилку хризотила, который, в свою очередь, пересекает лейсты антигорита (рис. 1, е). Отмечаются псевдоморфозы кварца по петельчатому серпентину, в котором сохраняются ядра либо шнуры, выполненные продуктами выветривания (оливина либо серпентина) – гидрооксидами железа.

Продукты выветривания оливина представлены боулингом и иддингситом. Установлено, что оливин и лизардит в значительно большей степени подвергаются выветриванию, чем антигорит (рис. 1, *a*). В Уфалейском массиве при выветривании образовывались минералы никеля – непуит, гарниерит, никелевый керолит, никельсодержащие охры [13].

Кроме того, в процессе выветривания происходило растворение зерен карбоната в тальк-карбонатных породах, что привело к образованию естественно обогащенных скоплений порошковидного талька. Вокруг некоторых зерен хромшпинелидов была растворена хроммагнетитовая кайма.

Последовательность минеральных преобразований ультрамафитов представляется нам следующим образом [в квадратные скобки взяты минералы, объединяемые в минеральные ассоциации]: [оливин-1 ± магнетит (в оливине-1) ± ортопироксен ± клинопироксен + хромшпинелид ± сульфиды Ni] → [лизардит-1 + бастит ± магнетит (в бастите) ± гидродиопсид → лизардит-2 + магнетит (в лизардите-2) + хроммагнетит ± ревдинскит → хризотил-1 + магнетит (в хризотиле-1) ↔ карбонат-1] → [антигорит + магнетит (в антигорите) ± брусит? → карбонат-2 ± оливин-2 + тальк + хлорит-1 → лизардит-3 ↔ хризотил-2 → карбонат-3 ± магнетит (в карбонате-3) ↔ тремолит] → [карбонат-4 + магнетит + титаномагнетит + апатит + монацит → тремолит-2] → [кварц + хлорит-2 + гематит + продукты выветривания оливина (боулингом, иддингситом) + гидроксиды железа ± минералы Ni (непуит, гарниерит, никелевый керолит и др.)].

Как отмечалось выше, каждый из массивов вмещает определенный набор месторождений и проявлений полезных ископаемых и в то же время характеризуется развитием в нем определенных минеральных ассоциаций.

Так, месторождение хромита Среднее Песчаное в Уфалейском массиве связано с неполностью серпентинизированными (слабо антигоритизированными лизардитизированными) дунитами среди лерцолитов. В антигоритовых перекристаллизованных серпентинитах наблюдаются слабоизмененные зерна хромшпинелида, но промышленных скоплений хромита не отмечено. При массовой антигоритизации хромитонесущих серпентинитов, по мнению авторов, происходит разубоживание промышленных скоплений хромита вплоть до полного их уничтожения.

Черемшанское месторождение никеля (Уфалейский массив) связано с корами выветривания, наложенными на лизардитовые (антигоритизированные), а не на антигоритовые перекристаллизованные серпентиниты. Связано это, вероятно, с тем, что лизардит и оливин интенсивнее подвергаются выветриванию (и выносу никеля соответственно), чем антигорит, то есть по нацелу антигоритизированным серпентинитам коры выветривания развиваются значительно медленнее.

Антигоритовые серпентиниты используются для производства щебня (карьеры в Чебаркульском и Травниковском массивах), так как эти породы обладают более высокими прочностными характеристиками по сравнению с другими видами серпентинитов. Возможно использование этих пород и в качестве облицовочного камня, если они не рассланцованы и обладают крупной блочностью (Травниковский массив).

Карбонат-антигорит-оливиновые породы Маукского массива используются в качестве облицовочного камня, так как, в отличие от антигоритовых серпен-

тинитов этого же массива, они обладают крупной блочностью и характеризуются высокой декоративностью.

Тальк-карбонатные породы Чебаркульского и Травниковского массивов являются источником талькового камня. При наложении на эти породы кор выветривания и сопровождающем этот процесс выносе из них карбоната возникают месторождения и проявления порошковидного талька. Кроме того, процессы выветривания способствуют образованию в серпентинитах корочек кварца, являющихся коллекционным сырьем (Уфалейский и Травниковский массивы).

Карбонатитовые жилы Сугомакского массива ультрамафитов могут служить источником редкоземельных элементов и железа.

Каждая минеральная ассоциация возникает в области господства того или иного геодинамического режима и формируется в определенную стадию развития Уральского складчатого сооружения. Мы полагаем, что история становления и минеральных преобразований ультрамафитов может быть представлена следующим образом (в скобках – предполагаемые геодинамические режимы и время формирования): 1) становление массивов ультрамафитов и их последующая лизардитизация (рифтогенно-спрединговый – поздний кембрий-ордовик); 2) антигоритизация, карбонатизация и оталькование, десерпентинизация, проявленная образованием карбонат-антигорит-оливиновых пород, образование жил карбонатитов (субдукционный и коллизионный – силур-пермь); 3) образование кор выветривания на ультрамафитах (платформенный – мел-палеоген); 4) частичная трансформация или уничтожение кор выветривания (эпиформенного орогенеза – неоген-четвертичный период).

Заключение

В результате проведенной работы нами изучен минеральный состав и на примере названных выше массивов ультрамафитов разработана сводная схема минеральной эволюции ультрамафитов Южного Урала. Проведена временная корреляция минеральной и минерагенической эволюции ультрамафитов. Определена геодинамическая принадлежность и вероятное время проявления основных типов минеральных преобразований и формирования месторождений и проявлений полезных ископаемых.

Обобщение полученных результатов привело нас к выводу, что минерагеническая специализация ультрамафитов определяется как первичным их составом, так и проявлением более поздних сингидратационных (серпентинизация) и постгидратационных (оталькование и карбонатизация, десерпентинизация, выветривание) процессов, причем проявление каждой минеральной ассоциации обуславливает как возникновение новых, так и уничтожение образовавшихся ранее месторождений полезных ископаемых.

Summary

V.S. Polyinin, E.N. Dusmanov. The History of Mineral Transformations and Minerageny of Ultramafites in the Chelyabinsk Region.

This article describes the mineralogical and petrographic features of the following ore-bearing massifs of ultramafites in the Chelyabinsk Region: Ufaleiskii, Maukskii, Sugomakskii,

Chebarkulskii and Travnikovskii. These massifs are presented mainly by antigorite serpentinites. Talc-carbonate rocks and partially serpentinized dunites, harzburgites and lherzolites are less spread. The mineral evolution of the ultramafites is reconstructed. The dependence of the mineragenic specialization of the ultramafites on their primary (pre-aquatic) composition and subsequent syn- and post-aquatic mineral transformations is revealed.

Key words: ultramafites, serpentinites, minerageny, mineral evolution, Chelyabinsk Region.

Литература

1. *Кротов Б.П.* Петрографическое исследование южной части Миасской дачи. – Казань, 1915. – 416 с.
2. *Штейнберг Д.С., Чаушухин И.С.* Серпентинизация ультрабазитов. – М.: Наука, 1977. – 312 с.
3. *Варлаков А.С.* Петрология процессов серпентинизации гипербазитов складчатых областей. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. – 224 с.
4. *Бородаевский Н.И.* Типы золоторудных месторождений, подчиненных ультраосновным породам в Миасском и Учалинском районах Южного Урала // 200 лет золотой промышленности Урала. – Свердловск, 1948. – С. 316–330.
5. Месторождения талька СССР / И.Ф. Романович, Г.Н. Безруков, Б.А. Боговский и др. – М.: Недра, 1973. – 224 с.
6. Месторождения хризотил-асбеста СССР / Под ред. П.М. Татарина, В.Р. Артемова. – М.: Недра, 1967. – 512 с.
7. Геология, петрогеохимия и хромитоносность габбро-гипербазитовых массивов Южного Урала / Д.Е. Савельев, В.И. Сначев, Е.Н. Савельева, Е.А. Жабин. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. – 320 с.
8. *Золоев К.К.* Месторождения хризотил-асбеста СССР. – М.: Недра, 1975. – 192 с.
9. *Полянин В.С.* История структурно-вещественных преобразований и рудообразующие системы в офиолитах Урало-Азиатского пояса // Литосфера. – 2007. – № 5. – С. 68–96.
10. *Полянин В.С.* Офиолиты Урало-Азиатского подвижного пояса: закономерности структурно-вещественной и минерогенической эволюции, модели формирования минеральных месторождений // Георесурсы. – 2006. – № 2(19). – С. 31–36.
11. *Свяжгин Н.В.* Доломитовые карбонатиты вишневогорского комплекса ультраосновных и щелочных пород // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1966. – № 5. – С. 65–72.
12. *Золоев К.К., Левин В.Я., Мормиль С.И., Шардакова Г.Ю.* Минерогения и месторождения редких металлов, молибдена, вольфрама Урала. – Екатеринбург, 2004. – 336 с.
13. Никеленосные коры выветривания Урала / Под ред. Н.В. Павлова. – М.: Наука, 1970. – 286 с.

Поступила в редакцию
03.09.12

Полянин Валерий Сергеевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета.

Дусманов Евгений Николаевич – аспирант, ассистент кафедры региональной геологии и полезных ископаемых Казанского (Приволжского) федерального университета.
E-mail: evgeny.dusmanov@gmail.com