

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ СОСТАВА АКЦЕССОРНОЙ И РУДООБРАЗУЮЩЕЙ
ХРОМШПИНЕЛИ В УЛЬТРАМАФИТАХ ПЕРВОМАЙСКОГО МАССИВА**

**И.С. Чащухин, В.М. Мамина, А.В. Сурганов, В.А. Чащухина,
Л.Д. Булыкин, В.Г. Гмыра**

Первомайский массив альпинотипных ультрамафитов площадью 210 км² расположен в 40 км к северу от г. Екатеринбурга и в 30 км к западу от г. Режа; вытянут в меридиональном

направлении на 30-40 км при максимальной ширине 7-8 км. Массив сложен преимущественно апогарцбургитовыми антигоритовыми и хризотил-лизардитовыми серпентинитами с участками петельчатого серпентинизированных гарцбургитов. Дуниты и аподунитовые серпентиниты развиты в северной половине массива и образуют в гарцбургитах субмеридионально вытянутые линзовидные тела до 3 км длиной, обычно 0,5-1 км. С юга ультрамафиты окружены почти непрерывной полосой габбро, образующего между пос. Первомайский и Каменные Ключи крупное тело, отделенное от гарцбургитов каймой пород дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса. С запада и востока ультрамафиты и габбро окаймлены вулканогенно-осадочными породами среднепалеозойского возраста. В среднюю часть массива внедрено вытянутое тело гранитоидов протяженностью около 15 км, содержащее ксенолиты серпентинитов. Вместе с габбро гранитоиды разделяют поле ультрамафитов на две относительно равные части – северо-восточную и юго-западную, хорошо прослеживающиеся в магнитном поле. Собственно Первомайский массив с запада и востока сопровождается ленточными телами серпентинитов размером (0,1+1,0)х(0,5+6,0) км.

Как и остальные ультрамафитовые массивы восточного склона Среднего Урала, Пер-

вомайский массив эродирован слабо и практически полностью закрыт лесами и болотами. Коренные выходы ультрамафитов наблюдались в крутом северном борту Режевского пруда, в карьерах хромитовых рудопроявлений и в редких скальных обнажениях некоторых вершин.

Начиная с 60-х годов XIX и до конца 20-х годов XX века, были открыты и разрабатывались многочисленные мелкие месторождения и рудопроявления. К настоящему времени их насчитывается более 60. Хромитопроявления по площади массива распределены неравномерно и условно объединены в три рудных поля: Северное (Первомайско-Карасьевская группа), Центральное (Талицкая группа) и Южное (Черемисско-Корельская группа)(таблица). В связи с выработкой большинства месторождений добыча хромитов была прекращена к концу 1931 г.

В последние годы геологи Исетской партии Среднеуральской геолого-разведочной экспедиции провели поиски и ревизию ранее открытых хромитопроявлений Первомайского массива. Часть каменного материала партии по хромитам и вмещающим породам составила вещественную основу проведенного исследования. Дополнительно было детально опробовано месторождение Лебяжинское III и пройдены геологические пересечения к северу и югу от Режевского пруда. Схема размещения рудоп-

Хромитопроявления Первомайского массива

№ р/п	Название рудопроявления	№ р/п	Название рудопроявления	№ р/п	Название рудопроявления
Южное рудное поле:		23	Петуховское I	306	51 квартал
1	Трестовское	24	Петуховское II	56	Яичное I
2	Карасьевское I	25	Серафимовское	57	Яичное II
3	Карасьевское II	26	Первомайское	58	Абрамовское
4	Карасьевское III	27	Кирпичевское	59	Каменное
6	Карасьевское V	45	Элен I, II	Северное рудное поле:	
7	Карасьевское VI	46	Артельное	31	Лебяжинское I
8	Карасьевское VII	47	Людмилинское	32	Лебяжинское II
9	Чудское I	48	Брагинское	33	Лебяжинское III
10	Владимирское	49	Вкрапленное	34	Корельское I
11	Боровское	50	Горное	35	Корельское II
12	Качкинское I	51	Пьяный Лог	36	Корельское III
13	Качкинское II	52	Мостовское	37	Корельское IV
14	Качкинское III	53	Чудское I	38	Зяблая Елань I
15	Качкинское IV	54	Чудское II	39	Зяблая Елань II
16	Грошевское I	55	Скв. 4034	40	Зяблая Елань III
17	Грошевское II	Центральное рудное поле:		41	У тракта
18	Лупповское	28	Талицкое	42	Черемисское I
19	Базисное	28а	Ивановское	43	Черемисское II
20	Теребейниковское	29	Новое Дело	44	Зверевское
21	Чадовские I, II	30	35 квартал		
22	Чадовские III, IV	30а	Куражинское		

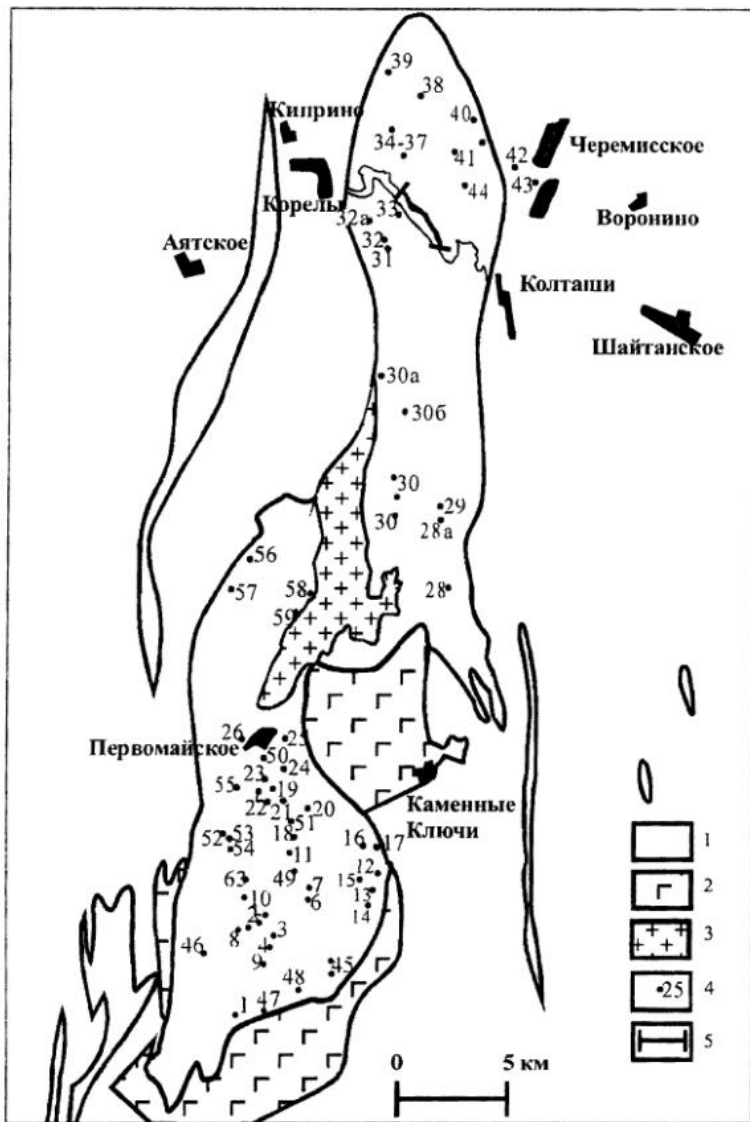


Рис. 1. Схема размещения месторождений и рудопроявлений хромитовых руд Первомайского массива.

1 – породы дунит-гарцбургитового комплекса и серпентиниты по ним. 2 – габброиды, 3 – гранитоиды, 4 – хромитопроявления, 5 – линия маршрута. Названия хромитпроявлений приведены в таблице ниже.

роявлений и линия пересечения приведены на рис. 1. Всего изучено 218 образцов. Во всех образцах микрорентгеноспектральным методом определен состав хромшпинели, определена плотность и массовая доля магнетита методом магнитного насыщения, изучен петрографический состав. В 39 образцах методом СРМ (ИГГ УрО РАН, руководитель Н.П. Горбунова) определен химический состав вмещающих ультрамафитов.

Ультрамафиты Первомайского массива испытали интенсивный метаморфизм зелсносланцевой фации с образованием антигоритовых и хризотил-лизардитовых серпентинитов. Изучение петрохимии ультрамафитов показало, что

этот процесс привел к нарушению первичных соотношений петрогенных элементов. Поэтому ее использование для реконструкции первичного минерального состава ультрамафитов некорректно и должно контролироваться данными изучения состава акцессорной хромшпинели.

Доказательства аллохимизма метаморфических процессов в ультрамафитах массива следующие.

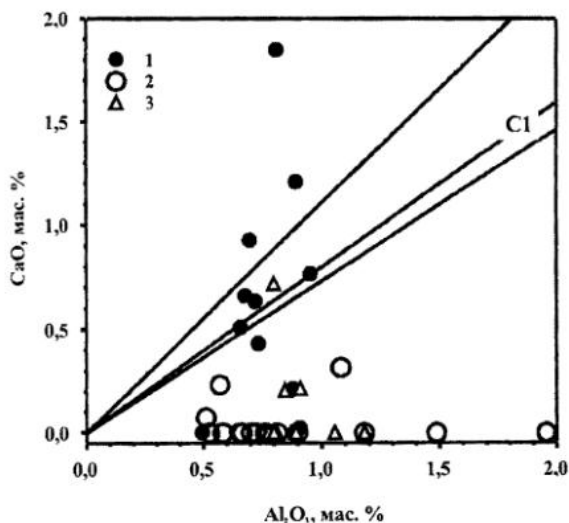


Рис. 2. Соотношения массовых долей Al_2O_3 и CaO в ультрамафитах Первомайского массива относительно хондрита C1 и альпинотипных ультрамафитов в целом.

1 – частично антигоритизированные ультрамафиты, 2 – антигоритовые серпентиниты, 3 – хризотил-лизардитовые серпентиниты.

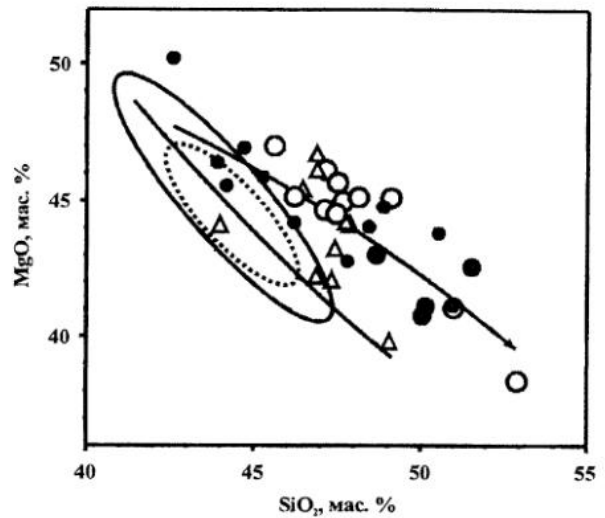
Рис. 3. Соотношения массовых долей SiO_2 и MgO в ультрамафитах Первомайского массива.

Условные обозначения те же, что на рис. 2. Эллипсы: сплошная линия – несерпентинизированные ультрамафиты из скв. 639 Кемпирсайского массива, пунктирная – неметаморфизованные ультрамафиты Войкаро-Сыньинского массива. Стрелкой показан тренд нарушения первичных соотношений SiO_2 и MgO при прогрессивной серпентинизации пород Первомайского массива.

Наиболее чувствительным индикатором сохранности первичного химического состава служит величина отношения массовых долей глинозема и извести. На рис. 2 приведены данные по образцам, отобранным по северному берегу Режевского пруда. Выборка представлена в разной степени антигоритизированными ультрамафитами и хризотил-лизардитовыми серпентинитами; не затронутые прогрессивным метаморфизмом ультрамафиты не обнаружены. Отчетливо видно, что подавляющая часть образцов находится вне области вариаций $\text{Al}:\text{Ca}$ -отношения, свойственных для альпинотипных ультрамафитов. При этом, если в частично измененных породах величины отношения отклоняются в обе стороны от хондритового, то в серпентинитах налицо почти полный вынос извести.

Также выявлено нарушение соотношения массовых долей MgO и SiO_2 . На рис. 3, помимо данных по Первомайскому массиву, показаны поля составов несерпентинизированной дунит-гарцбургитовой серии Кемпирсайского массива и петельчаго серпентинизированных гарцбургитов Войкаро-Сыньинского. Если в двух последних соотношение магнезии и кремнекислоты одинаково, что свидетельствует о сохранении соотношений этих компонентов при ранней серпентинизации, то при преобразовании серпентинизированных ультрамафитов в антигоритовые и хризотил-лизардитовые серпентиниты налицо несомненный вынос MgO и (или) привнос SiO_2 . Это приводит к существенному – на 20-25 мас. % – завышению против истинной массовой доли расчетного количества пироксена.

Для восстановления первичного состава ультрамафитов, как и в ранее изученных нами Алапаевском и Восточнотагильском массивах [Чашухин и др., 2001, 2002], был использован химический состав акцессорной хромшпинели, прежде всего величина хромистости ($\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})$). Химизм хромшпинели в сочетании с геологическими данными, как прави-



ло, позволяет различать продукты магматического деплетирования и последующих метасоматических и метаморфических преобразований альпинотипных ультрамафитов. Важно то, что при метаморфизме зеленосланцевой фации реликты хромшпинели, как правило, сохраняются.

Закономерности состава ультрамафитов Первомайского массива

На рис. 4 приведены данные о составе акцессорных хромшпинелей Первомайского массива. Раздельная демонстрация данных по гарцбургитам и дунитам обусловлена следующим. Ранее нами была показана аккреционная природа некоторых уральских массивов (Кемпирсайского, Южнокраинского, Алапаевского, Восточнотагильского), обоснованная различной степенью деплетирования и разным редокс-состоянием ультрамафитов, слагающих пространственно разобщенные фрагменты массивов [Чашухин и др., 1994, 1996, 2001, 2002]. Такой вывод мог быть сделан только на материале гарцбургитов и лерцолитов, образованных путем магматического деплетирования. Дуниты по своей природе гетерогенны и могут быть продуктом как магматического деплетирования, так и метасоматоза гарцбургит-лерцолитовых серий. Метасоматический генезис дунитов устанавливается, прежде всего, по геологическим данным, а также по унаследованности дунитами состава хромшпинелей и оливина вмещающих гарцбургитов, как было показано нами на примере Войкаро-Сыньинского, Кемпирсайского и Алапаевского масси-

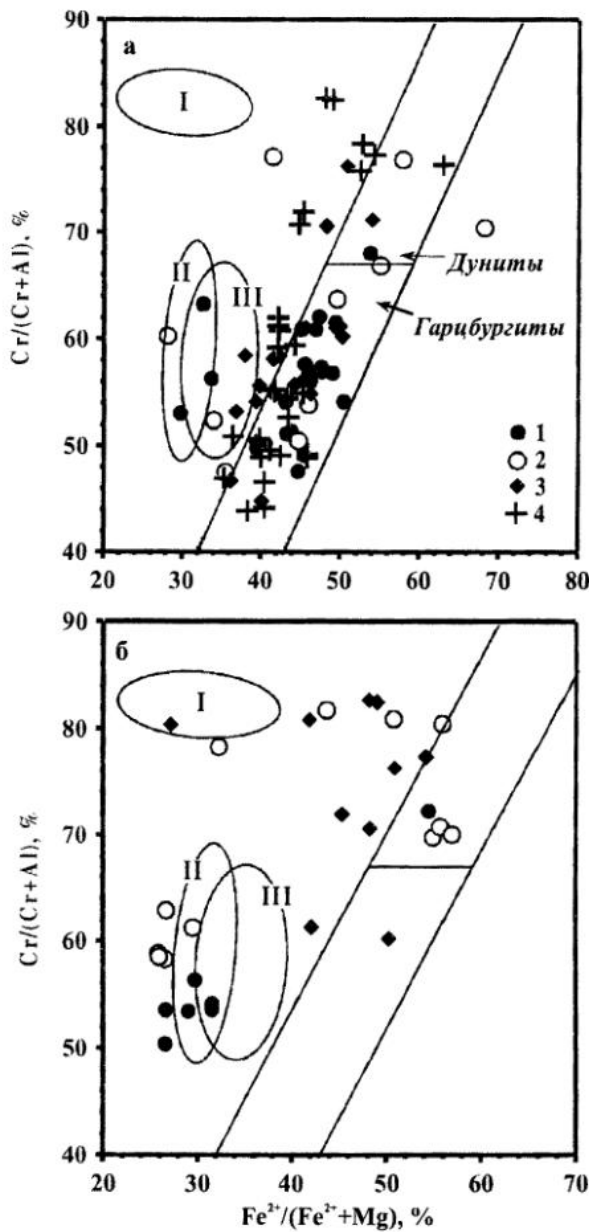


Рис. 4. Состав аксессуарных хромшпинелей из гарцбургитов (а) и дунитов (б) Первомайского массива

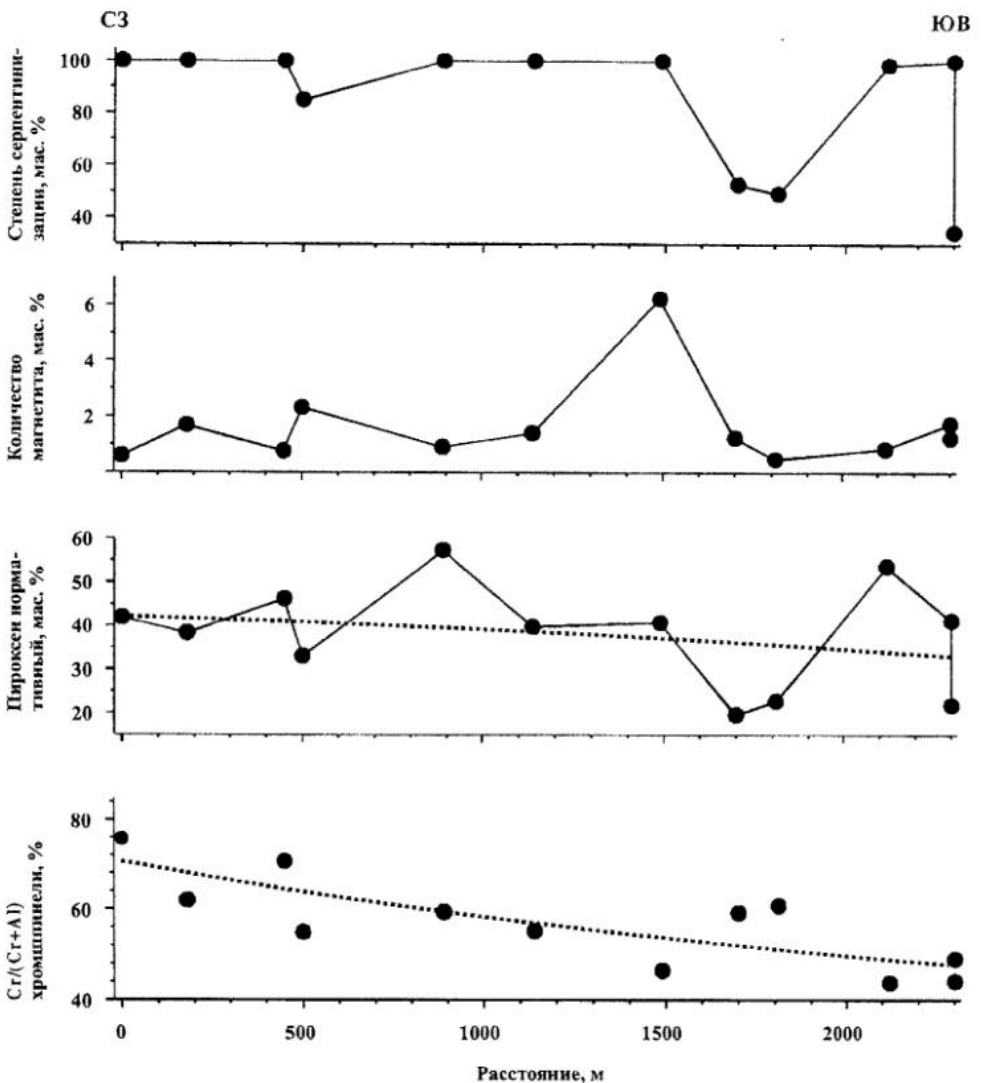
1-3 – рудные поля: 1 – Южное, 2 – Центральное, 3 – Северное; 4 – северный берег Режевского пруда. Эллипсы – поля составов рудообразующих шпинелей; I – главное рудное поле Кемпирсайского массива; II и III – Алапаевский массив, северное (II) и южное (III) рудные поля.

ва [Чашухин и др., 1994, 1996, 2001]. В связи с плохой обнаженностью, поверхностным выветриванием и постсерпентиновым метаморфизмом ультрамафитов Первомайского массива, мы не смогли при полевых наблюдениях выяснить взаимоотношения дунитов с гарцбургитами. Анализ данных по составу аксессуарных хромшпинелей позволяет сделать следующие выводы: 1. Несмотря на постепенное увеличение с юга на север степени дифференцированности гарцбургитов, рассчитанный коэффициент вариации величины хромистости хромшпинели ($Cr^{\#} = Cr/(Cr+Al)$) в этом направлении возрастает с 5 до 11 %, среднее значение $Cr^{\#}$ (т.е. степени деплетирования) остается постоянным. Можно утверждать, что фрагментация Перво-

майского массива на северо-восточную и юго-западную части произошла после окончательного формирования ультрамафитов. 2. Хромистость хромшпинели из дунитов также закономерно увеличивается с юга на север, т.е. наследует состав гарцбургитов, что не исключает метасоматическую природу дунитов. 3. Хромшпинель четверти образцов гарцбургитов и подавляющей части образцов дунитов по величине железистости может быть отнесена к рудообразующей, на диаграмме «железистость-хромистость» ее поле смещено влево относительно полей составов аксессуарных хромшпинелей. Но если этот вывод вполне предсказуем для ультрамафитов непосредственно вмещающих руденение, то принадлежность значительной части аксессуарной хромшпинели к рудообразующей из образцов, отобранных вдали от известных хромитопоявлений, позволяет высказать предположение о потенциальной рудоносности ультрамафитов, обнаженных по берегам Режевского пруда. На рис. 5. приведены вариации хромистости хромшпинели, массовых долей нормативного пироксена, магнетита и степени серпентинизации в ультрамафитах этой части массива. Породы представлены исключительно гарцбургитами, частично или полностью преобразованными в серпентиниты. Помимо наблюдений под микроскопом, об этом свидетельствуют результаты определения потерь при прокаливании и замеров плотности пород. Только в трех образцах, отобранных из будин частично антигоритизированных гарцбургитов, закатанных в хризотил-лизардитовые серпентиниты, степень серпентинизации снижена до 40-60 мас. %. Намечается слабая корреляция между степенью серпентинизации и содержанием магнетита. Для образцов серпентинитов характерно нереально высокое, рассчитанное по соотношению суммы оснований к кремнекислоте, количество нормативного пироксена – 40-60 мас. %, подтверждаю-

Рис. 5. Вариации состава хромшпинели, массовых долей нормативного пироксена, магнетита и степени серпентинизации в гарцбургитах, обнажающихся на северном берегу Режевского пруда.

Пунктирные линии – полиномы 2-ой степени.



еще приведенные выше данные об аллохимическом характере прогрессивного метаморфизма ультрамафитов массива. В то же время в частично серпентинизированных гарцбургитах количество расчетного пироксена снижается до 20-25 мас. % и близко к реальному. Таким образом, только хромистость акцессорной хромшпинели отражает исходный состав ультрамафитов и, соответственно, степень их магматического истощения. В нашем случае она однозначно свидетельствует о закономерном увеличении степени деплетирования гарцбургитов с востока на запад – картина, аналогичная ранее установленной для северной части Восточнотагильского массива. Так как по геолого-геофизическим данным в обоих массивах тела ультрамафитов имеют западное падение, то глубина эрозионного среза массивов увеличивается с запада на восток. Таким образом, можно предположить, что степень магматического деплетирования ультрамафитов в указанных фрагментах массивов с глубиной уменьшается.

Закономерности состава рудообразующей хромшпинели

В нашем распоряжении был материал по 38 из 61 известным хромитопоявлениям Первомайского массива. Как правило, рудопроявление состоит из 3-12 рудных тел, расположенных на расстоянии 30-200 м друг от друга. Размеры рудных тел колеблются в пределах 3-55 м по простиранию и 0,5-15 м по мощности. Форма тел преимущественно линзовидная (характерно для Южного рудного поля), реже гнездовидная и столбообразная (Северное рудное поле).

Среди руд встречаются все разновидности хромитов по густоте вкрапленности – от убогих до сплошных; статистически в Южном рудном поле преобладают массивные хромиты, в Центральном и Северном – вкрапленные. Для хромитопоявлений Центрального рудного поля нередко полосчатые и ленточные руды.

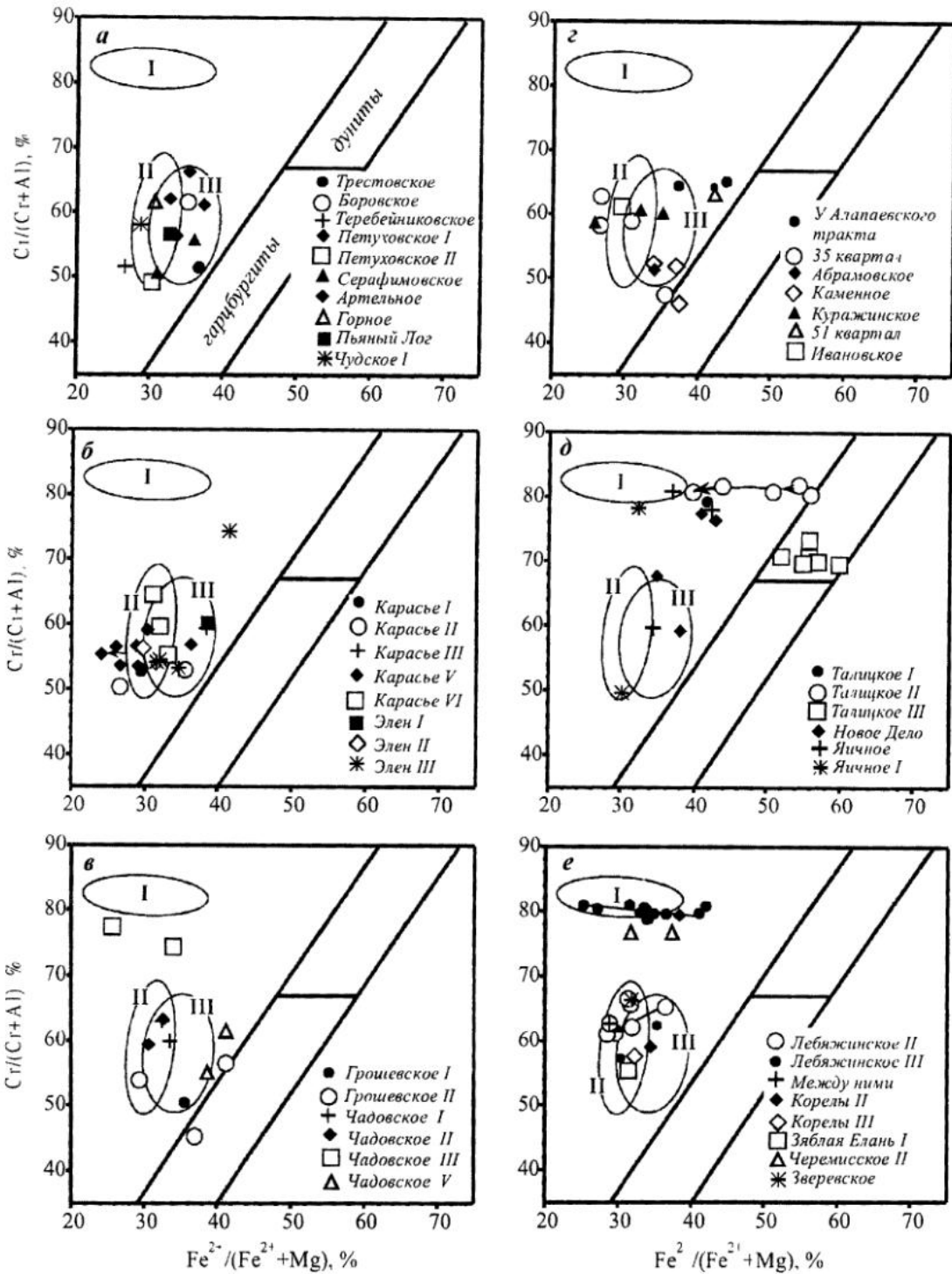


Рис. 6. Составы рудообразующих хромшпинелей в различных рудопрооявлениях Первомайского массива

а-в – Южное рудное поле, г-д – Центральное рудное поле, е – Северное рудное поле. Эллипсы: I – Главное рудное поле Кемпирсайского массива, II, III – Южное и Северное рудные поля Алапаевского массива, соответственно.

Составы рудообразующих хромшпинелей приведены на рис. 6. Подавляющая часть укладывается в три не перекрывающиеся между собой химические группы: 1) глиноземистые маложелезистые (алапаевский тип), 2) хромистые маложелезистые (южнокемпирсайский тип), 3) средне- и высокохромистые железистые (войкарский тип). Химическая градация хромшпинелей довольно слабо коррелирует с положением рудопроявлений в массиве: если большинство анализов из хромитов Южного рудного поля концентрируется в полях составов глиноземистых руд Алапаевского массива, то химизм хромшпинелей из остальных рудных полей существенно перекрываются как между собой, так и с Южным рудным полем.

Большая часть хромшпинелей Южного рудного поля – месторождения Трестовское, Петуховское I, Боровское, Серафимовское, Артельное, Пьяный Лог, Элен, Карасьи (за исключением Карасьего V), Грошевские, Чадовские (исключая Чадовское III) – располагается в области составов Северного рудного поля Алапаевского массива, остальные близки к хромшпинелям Южного рудного поля того же массива (рис. 6 а-в). Лишь хромшпинели рудопроявления Чадовского III имеют существенно более хромистый состав, аналогичный хромшпинелям Курмановского месторождения Алапаевского массива и приближаются к составам Южнокемпирсайского рудного поля (рис. 6 в). В целом, в пределах каждого рудопроявления состав хромшпинели не выходит за пределы химической группы, что свидетельствует об одноактном характере процесса рудообразования.

Несомненно гетерогенны хромшпинели Северного рудного поля (рис. 6 е). Здесь, наряду с типичными для Южного поля глиноземистыми составами (рудопроявления Лебяжьинское II, Корелы, Зяблая Елань, Зверевское), в двух месторождениях (Лебяжьинское III, Черемисское II) руды сложены исключительно высокохромистыми маложелезистыми хромшпинелями с южнокемпирсайскими трендами вариаций состава. Составы хромшпинелей этих групп месторождений не перекрываются, в том числе в пределах одного хромитопроявления – Корелы II. Оно единственное в Северном рудном поле, где обнаружены два химических типа хромшпинели – высокохромистый и глиноземистый.

С точки зрения разнообразия химического состава рудообразующих хромшпинелей,

особый интерес представляют хромитопроявления Центрального рудного поля (рис. 6 з, д). Здесь объединены рудопроявления всех трех химических групп хромшпинелей – глиноземистой (Абрамовское, У Алапаевского тракта, 35 квартал, 51 квартал, Каменное, Куражинское, Ивановское), высокохромистой (Талицкое I, Талицкое II) и железистой (Талицкое III). В части рудопроявлений налицо принадлежность хромшпинелей к разным химическим группам – к глиноземистой и высокохромистой (Новое Дело, Яичное) – картина, ранее наблюдаемая нами в массивах Алапаевском (Курмановское месторождение) и Восточнотагильском (месторождения Кутузовское I и Сионское III). Отсутствие хромшпинелей промежуточного состава подчеркивает гетерогенность рудообразующего процесса.

Причины появления необычных для массива составов железистых хромшпинелей могли быть две: влияние либо близ расположенного метадунит-клинопироксенит-габбрового комплекса, либо пострудного зеленосланцевого метаморфизма. Для решения вопроса были сопоставлены составы хромшпинелей из руд и вмещающих пород в координатах $Cr_2O_3 - Al_2O_3$ (рис. 7), позволяющих оценить количество Fe_2O_3 в составе хромшпинели – показателя степени ее метаморфизма. На диаграмме в качестве примера неметаморфизованных ультрамафитов приведены данные по гарцбургит-лерцолитовой серии массива Южный Крак. Отчетливо видно, что часть аксессуарной хромшпинели Первомайского массива, независимо от рудного поля, содержит повышенные массовые доли окиси железа (рис. 7 а). Несомненно, что это результат интенсивного метаморфизма зеленосланцевой фации (прежде всего антигоритовой серпентинизации), сопровождающегося повышенной активностью кислорода. В то же время подавляющая часть рудообразующих хромшпинелей по количеству Fe_2O_3 практически не отличается от южнокракинских, что свидетельствует об их относительной устойчивости к метаморфизму. Различная реакция на метаморфизм обусловлена разными количественными соотношениями хромшпинелей и силикатов в породах и рудах. Подтверждением служит рис. 8, связывающий количество магнетита – продукта зеленосланцевого метаморфизма – с плотностью образцов: из рисунка следует, что содержание магнетита в рудах существенно ниже, чем в породах. Из общей картины выпа-

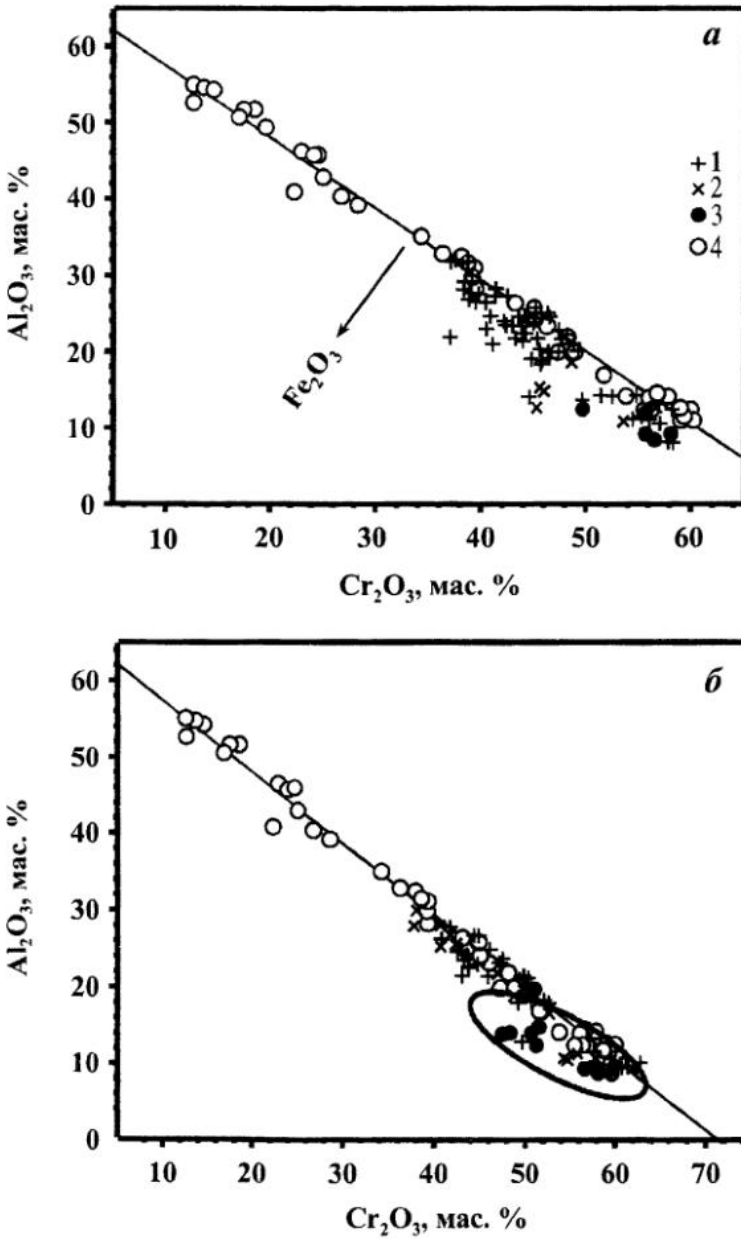


Рис. 7. Составы акцессорных (а) и рудных (б) хромшпинелей Первомайского массива в сопоставлении с составами акцессорных хромшпинелей массива Южный Крак.

1-2 – рудные поля: 1 – Южное и Северное, 2 – Центральное; 3 – Талицкие месторождения; 4 – Южный Крак. Эллипс – поле составов рудообразующих хромшпинелей Талицких месторождений.

дают рудообразующие хромшпинели талицких месторождений, содержащие существенно большие количества Fe_2O_3 (рис. 7 б); в них наблюдается типичная для метаморфизованных хромшпинелей обратная корреляция между концентрациями глинозема и трехоксида железа (ось эллипса поля талицких хромшпинелей ориентирована под углом к средней линии составов нематоморфизованных хромшпинелей массива

Южный Крак). Таким образом, можно с значительной долей уверенности утверждать, что вхождение повышенных концентраций Fe_2O_3 в рудообразующие хромшпинели талицких месторождений обусловлено не зеленосланцевым метаморфизмом, а влиянием интрузии габбро. Т.к. при метаморфизме хромшпинели параллельно с ростом трехоксида железа происходит увеличение его закиси, то становится понятной повышенная закисная железистость талицких хромшпинелей по сравнению с другими рудопроявлениями массива. Можно предполагать, что изначально составы талицких хромшпинелей были существенно более магниезиальными и глиноземистыми: в Талицком II они были

Рис. 8. Массовая доля магнетита во вмещающих ультрамафитах (1) и рудах (2) Первомайского массива

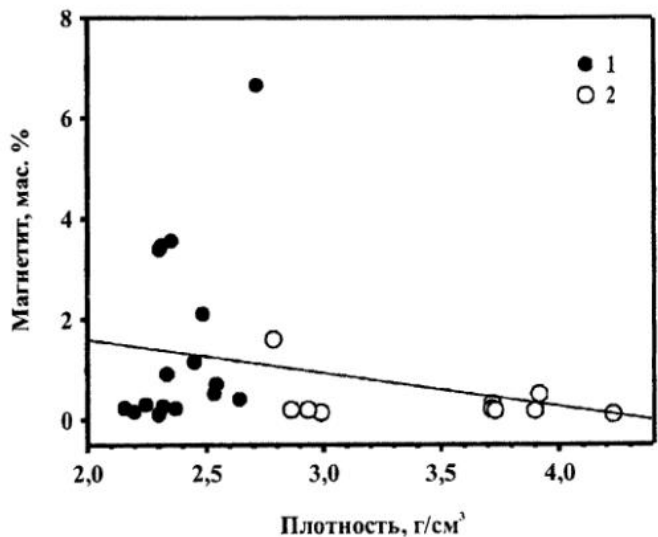
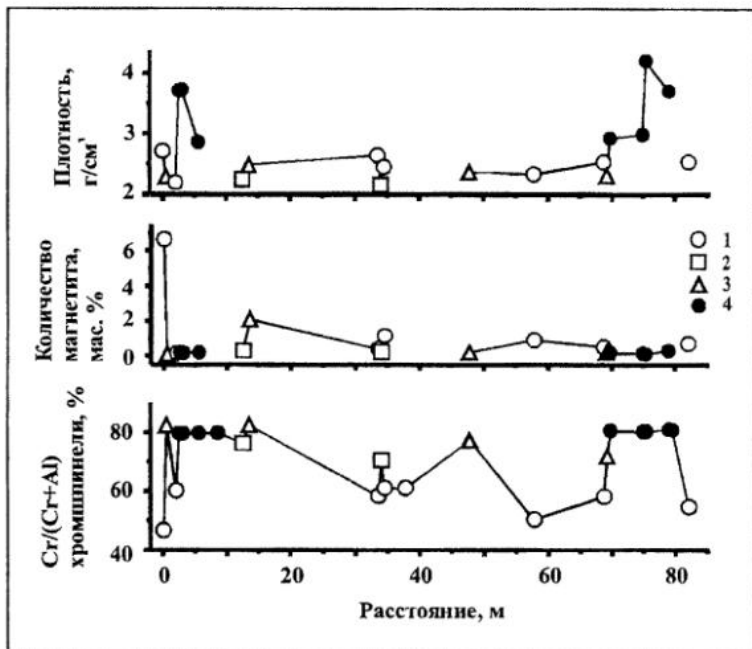


Рис.9. Вариации состава хромшпинели, массовых долей магнетита и плотности в рудах и вмещающих ультрамафитах месторождения Лебяжинское Ш.

1 – гарцбургиты, 2 – Рх-дуниты, 3 – дуниты, 4 – хромититы



близки по составу рудам Чадовского Ш, в Талицком Ш – глиноземистым рудам Южного рудного поля. Под влиянием габбро, помимо увеличения железистости, произошел опережающий вынос глинозема и вследствие этого – возрастание хромистости хромшпинели.

Вариации состава хромшпинели в пределах хромитопоявления можно проследить на примере месторождения Лебяжинское Ш (рис. 9). Вмещающие породы представлены в разной степени антигоритизированными ультрамафитами и хризотил-лизардитовыми серпентинитами. Судя по вариациям состава акцессорной хромшпинели, первичные ультрамафиты представляли собой дифференцированный дунит-гарцбургитовый комплекс, аналогичный рудоносному комплексу Главного рудного поля Кемпирсайского массива. К настоящему времени в карьерах остались не выработанными два рудных тела протяженностью примерно 10 м каждое, сложенные хромититами разной густоты вкрапленности – от дунитов с повышенной вкрапленностью до густовкрапленных; преобладают средневкрапленные руды. В ненарушенных тектоникой участках дуниты с повышенной вкрапленностью постепенно переходят к убого- и редковкрапленным; богатые руды с вмещающими породами имеют резкие контакты. Породы и руды в сильной степени тектонизированы: антигоритизированные ультрамафиты, как правило, слагают будины, окруженные хризотил-лизардитовыми серпентинитами, хромититы местами расланцованы с образованием лейст размером до 1,5 см. Данные замеров плотности хромититов свидетельствуют о широком диапазоне вариаций вкрапленности хромшпинели; при этом величина ее хромистости чрезвычайно выдержана и численно близка к составу южнокемпирсайской. Таким образом,

можно утверждать, что по составу рудовмещающих ультрамафитов и рудообразующей хромшпинели месторождение Лебяжинское Ш аналогично месторождениям Главного рудного поля Кемпирсайского массива.

О генезисе хромитового оруденения

Приведенные выше данные свидетельствуют о гетерогенном характере хромитового оруденения на Первомайском массиве. Есть основания выделять латераль-секреционное и метасоматическое генетические типы оруденения.

Латераль-секреционное оруденение. Тождество состава хромшпинелей руд и вмещающих пород, а также текстур руд наиболее изученного месторождения Лебяжинское Ш с месторождениями Главного рудного поля Кемпирсайского массива позволяет предполагать принадлежность тех и других к одному генетическому типу. В обоих массивах вариации состава высокохромистой рудообразующей хромшпинели подчинены трендам $Al \rightarrow Cr$, $Fe^{2+} \rightarrow Mg$. Детальное изучение поведения элементов семейства железа в околорудном пространстве, состава цемента руд и редокс-состояния хромититов и вмещающих пород кемпирсайских месторождений позволило обосновать латераль-секреционный генезис уникальных кемпирсайских месторождений, согласно которому эти месторождения есть результат переотложения хрома из

нижележащих и боковых ультрамафитов под действием горячих восстановленных флюидов [Штейнберг и др., 1990; Чашухин и др., 1996; Коротеев и др., 1997; Чашухин, 1999]. По-видимому, руды месторождения Лебяжинское III и некоторых других (Талицкое II, Корелы III, Чадовское III) образовались аналогичным путем. Источником хрома для руд, по-видимому, служили непромышленные дунит-хромитовые серии, реликты которых сохранились на месторождении Лебяжинское III.

Метасоматическое оруденение. Глиноземистое оруденение по составу вмещающих пород и рудообразующих хромшпинелей аналогично таковому Алапаевского массива [Чашухин и др., 2001]. Тренды состава рудообразующей хромшпинели близки западнокемпирсайским: $Al \rightarrow Fe^{3+}$ при $Cr \cong const.$, $Fe^{2+} \rightarrow Mg$, [Чашухин и др., 1994]. Как и для алапаевских рудопроявлений, для первомайских обычны сплошные руды, линзовидная форма тел, близость в пределах хромитопроявления составов хромшпинелей из руд и вмещающих гарцбургитов и дунитов. Последнее свидетельствует о метасоматической природе дунитов и глиноземистого хромитового оруденения в обоих массивах, выраженной в метаморфической дифференциации рудовмещающих гарцбургитов. В отличие от латераль-секреционного, этот тип оруденения сопровождается окисленным составом флюида [Чашухин и др., 1996]. Метаморфической дифференциации подверглись и латераль-секреционные руды с образованием на их месте сплошных хромитов и метасоматических дунитов.

О масштабах оруденения

Различие кемпирсайского и первомайского массивов заключается в принципиально разном петрографическом разрезе толщи ультрамафитов. Если в первом степень магматического истощения легкоплавкими компонентами с глубиной увеличивается (кракинско-нуралинский – гарцбургит-лерцолитовый – тип разреза), то во втором уменьшается (офиолитовый – гарцбургитовый – тип разреза). На наш взгляд, это различие чрезвычайно важно для оценки потенциальной хромитоносности Первомайского и остальных офиолитовых массивов Среднего Урала. Для образования хромитовых концентраций необходимо выполнение, по крайней мере, двух условий: 1) перевод малоподвижной

силикатной формы хрома в подвижную оксидную, 2) достаточные для образования месторождения масштабы этого процесса. Наиболее мощным процессом является магматическое деплетирование верхнемантийного вещества. Для южнокемпирсайского рудного поля эти условия полностью реализованы. В среднеуральских массивах, в том числе в Первомайском, вследствие петрографической зональности противоположной кемпирсайской, обогащенные акцессорной хромшпинелью породы залегают в самых верхах разреза, что существенно ограничивает объемы потенциального источника легкоподвижного хрома. Этот факт, наряду с существенно более глубоким, чем в кемпирсайском массиве, уровнем эрозионного среза, является неблагоприятным фактором для образования «южнокемпирсайских» объемов высокохромитового оруденения в среднеуральских массивах и их сохранности. О разном уровне эрозии свидетельствуют результаты измерения по поверхности степени ранней серпентинизации: если в кемпирсайском массиве обнажаются, как правило, нацело серпентинизированные породы, то в среднеуральских степень серпентинизации не превышает 70-80 мас. %.

Что касается метасоматического оруденения, то вследствие локальности процесса метаморфической дифференциации его масштабы существенно меньше, чем латераль-секреционного. Об этом свидетельствуют полувекковая история поисков и эксплуатации среднеуральских месторождений и результаты разведочных работ в аналогичном по составу ультрамафитов западном блоке кемпирсайского массива.

Выводы

1. Рудовмещающие ультрамафиты Первомайского массива сложны породами дунит-гарцбургитового комплекса с постепенным увеличением степени дифференцированности с юга на север.

2. В первичном залегании степень магматического деплетирования гарцбургитов массива с глубиной уменьшается – картина, типичная для офиолитовых разрезов и обратная южнокемпирсайской, что необходимо учитывать при прогнозной оценке хромитоносности.

3. Хромитовое оруденение массива гетерогенно. Как и на кемпирсайском массиве, в Первомайском есть основания выделять ранний

латераль-секреционный и поздний метасоматический типы оруденения. Особенностью массива является то, что в пределах одного хромитопроявления нередко совмещены разные генетические и химические типы оруденения.

Латераль-секреционное оруденение локализовано в северной части массива и представлено высокохромистыми рудами. Особенностью оруденения являются преимущественно вкрапленные текстуры руд, характерные для хромитов кемпирсайского типа.

Метасоматическое оруденение развито в пределах всего массива и является продуктом локальной метаморфической дифференциации вмещающих ультрамафитов и латераль-секреционного оруденения.

Часть рудопроявлений обоих генетических типов под влиянием габбро претерпели метаморфизм, выразившийся в увеличении железистости и хромистости рудообразующей хромшпинели. Можно предполагать, что метаморфическая дифференциация ультрамафитов предшествовала внедрению габбро.

Ультрамафиты Первомайского массива вместе с хромитовым оруденением испытали интенсивный динамо-термальный метаморфизм зеленосланцевой фации в условиях повышенного потенциала кислорода с образованием на месте хромшпинели клинохлор-Сг-магнетитового агрегата.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 01-05-96444, НШ-85.2003 5.

Список литературы

Коротеев В.А., Чащухин И.С., Волченко Ю.А. Развитие представлений А.Г. Бетехтина о генезисе хромитового оруденения в альпинотипных ультрамафитах // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Тез. докл. Международн. симп. М.: ИГЕМ РАН, 1997. С. 272-273.

Чащухин И.С. Хромиты // Месторождения полезных ископаемых Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. С. 51-63.

Чащухин И.С., Волченко Ю.А., Уймин С.Г., Неустроева И.И. Новые данные по геологии и рудоносности северной части Кемпирсайского массива // Ежегодник 1993 ИГГ. Екатеринбург: УрО РАН, 1994. С. 143-146.

Чащухин И.С., Вотяков С.Л., Уймин С.Г. и др. ЯГР-спектроскопия хромшпинелидов и проблемы окситермобарометрии хромитоносных ультрамафитов Урала. Екатеринбург: УрО РАН. 1996. 136 с.

Чащухин И.С., Сурганов А.В., Булыкин Л.Д. и др. Закономерности состава акцессорного и рудообразующего хромшпинелида в ультрамафитах Алапаевского массива // Ежегодник 2001. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2002. С. 281-289.

Чащухин И.С., Сурганов А.В., Гмыра В.Г. и др. Закономерности состава акцессорного и рудообразующей хромшпинели в ультрамафитах Восточно-тагильского массива // Ежегодник 2002. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. С. 150-158.

Штейнберг Д.С., Чащухин И.С., Уймин С.Г. Положение хромитового оруденения в истории формирования альпинотипных гипербазитов // Геохимия рудных элементов в базитах и гипербазитах. Критерии прогноза. Материалы Всесоюзного совещания «Геохимия и критерии рудоносности базитов и гипербазитов». Иркутск: ИГ СО РАН. 1990. С. 166-170.