

Сопоставляя данные минераграфических исследований, микронзондовых анализов и результатов морфогранулометрического анализа, можно утверждать, что в изученной россыпи преобладает изоферроплатина в "рубашке" туламинита. Химический состав основных платиновых минералов россыпи практически не отличается от состава таковых из хромитовых тел Вересовоборского массива, что в совокупности с минимальной окатанностью и морфологическими особенностями однозначно свидетельствует о тесной генетической связи платины и золота в россыпи с дунитами и хромитами Вересовоборского массива и минимальной дальности переноса, не превышающей 500 м. Преобладание хромита над серпентином в сростаниях с платиной свидетельствует о значительной доле хромитов как коренных источников металла.

Учитывая значительное количество магнитной платины, особенно среди мелких зерен, следует отказаться от практики применения магнитной сепарации с целью отделения магнетита от металла в платиновых россыпях и золотоносных россыпях, где возможно присутствие тетраферроплатины и туламинита.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранников А.Г., Малюгин А.А. Опыт применения морфогранулометрического анализа при исследовании россыпного золота // Аллювий Западного Урала – источник многих полезных ископаемых: Тез. докл. НТС Перм. ГУ. - Пермь, 1998. – С. 5 – 6.
2. Львович М.И. Гидравлическая крупность россыпного золота // Тр. Треста "Золоторазведка" и НИИГРИЗолото. - 1998. Вып. 8. - С. 92-130.
3. Мурзин В.В., Малюгин А.А., Бегизов В.Д. и др. Золото // Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды. – Свердловск: УрО АН СССР, 1990. - С. 68 – 78.
4. Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др. Петрология и платиноносность кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. - М.: Наука, 1994. - 381 с.
5. Савохин И.В., Бурмако П.Л. Специфика минерального состава платины зональных массивов Урала. // Уральская летняя минералогическая школа – 99. - Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1999. – С. 116 – 121.
6. Юшко-Захарова О.Е., Иванов В.В., Соболева Л.Н. и др. Минералы благородных металлов: Справочник. - М.: Недра, 1986. - 272 с.

УДК 552.81 (470.54)

С.В. Бушарина

ОБ АНОМАЛЬНОМ СОСТАВЕ МИНЕРАЛОВ-СПУТНИКОВ АЛМАЗОВ В ПРОТЕРОЗОЙСКИХ И ПАЛЕОЗОЙСКИХ ТОЛЩАХ КРАСНОВИШЕРСКОГО РАЙОНА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ

Разнообразные минералы магматического, осадочного или метаморфического происхождения, и в том числе силикаты и оксиды, как правило, обладают стехиометрическими соотношениями между слагающими их основными компонентами. Однако имеется ряд случаев, когда эта всем хорошо известная геохимическая закономерность нарушается [8]. Надежное установление и доказательство нарушения в минералах стехиометрических соотношений между слагающими их оксидами требует применения специальных методов исследования. На практике же минералоги при пересчете химических составов минералов, и в частности гранатов и хромшпинелидов, полученных чаще всего с помощью микронзондового анализа, используют хорошо зарекомендовавшие себя методы пересчета на кристаллохимическую формулу по кислородному методу и на слагающие их основные минеральные группировки [7,8,10]. Подобные методы пересчета нами уже использовались на протяжении ряда лет [2,3], и они себя вполне оправдали.

Осуществлявшийся в последнее время совместно с И.А. Малаховым массовый пересчет большого числа анализов гранатов, хромшпинелидов и минералов титановой группы, содержащихся в разновозрастных терригенных породах, слагающих Полюдо-Колчимскую и Тулым-Парминскую

перст-антиклинальные структуры или располагающихся в их обрамлении, где как раз и находятся промышленные россыпи алмазов, позволил установить, что существенная их часть из более 400 проанализированных зерен обладает нестехиометрическим составом. Особенно много их было выявлено из большой группы минералов-спутников из пород колчимской (S_1) и такатинской (D_1) свит в пределах Рассольнинской площади, находящейся в северо-восточной части Полюдо-Колчимской структуры.

Следует отметить, что единичные анализы гранатов и хромшпинелидов из терригенных толщ в Красновишерском районе, обладающих нестехиометрическим составом, отмечались в работах, посвященных их микрозондовому изучению, уже давно. В частности, они встречаются в отчетах И.А. Малахова, посвященных изучению разнообразных субщелочных вулканитов на западном склоне Урала, в том числе и в этом районе, а также в ряде опубликованных работ Л.И. Лукьяновой, включая и одну из последних [5], посвященных обоснованию алмазоносности широко распространенных здесь туффизитов.

Поскольку вопрос о выявлении среди многочисленных анализов минералов-спутников метасоматически измененных гранатов и хромистых шпинелей, обладающих нестехиометрическим составом, имеет принципиальное значение, рассмотрим его подробнее.

О методике пересчета гранатов и хромшпинелидов на кристаллохимическую формулу и на главные минеральные составляющие

Как гранатам, так и хромшпинелидам посвящено очень большое количество работ. Не касаясь детально методики их пересчета, нужно все же отметить некоторую их специфику. Так, все гранаты как пиральспитового, так и уграндитового рядов (по А.Н. Винчеллу) характеризуются составом типа $3RO \cdot R_2O_3 \cdot 3SiO_2$ или $3[R^{2+}] \cdot 2[R^{3+}] \cdot [3Si]O_{12}$, где в группу двухвалентных элементов обычно входят магний, марганец и двухвалентное железо, а в группу трехвалентных — алюминий, хром и трехвалентное железо. Обращает на себя внимание постоянно отмечаемое нестехиометрическое количество кремния в гранатах: в барофильных парагенезисах, отмечаемых постоянно в кимберлитах [10], оно всегда составляет больше трех, а в барофобных, характерных, в частности, для скарнов и многих гидротермалитов, оно, напротив, меньше трех.

Пересчет на кристаллохимическую формулу как магнезиальных, так и магнезиально-железистых гранатов проводился по классическому кислородному методу. При этом содержание трехвалентного железа, в соответствии с рекомендацией Н.В. Соболева [10], устанавливалось дополнением суммы трехвалентных оксидов до 2,000. В соответствии с его же рекомендацией был принят следующий порядок пересчета анализов гранатов на главные минеральные составляющие: титан-андрадит, андрадит, уваровит, гроссуляр (если $Ca > Cr$) или кноррингит (если $Ca < Cr$), пироп, альмандин, спессартин. Уместно отметить, что кноррингитовый минал целесообразно рассчитывать не в самом конце, а перед пиропом, поскольку в его состав также входит магний. Таким образом, что очень важно, все глиноземсодержащие миналы рассчитываются в конце таких пересчетов.

Подобный метод пересчета анализов гранатов на кристаллохимическую формулу, как это было предложено И.А. Малаховым [7,8], позволяет достаточно легко и корректно различать гранаты, обладающие стехиометрическим составом от метасоматически преобразованных при вторичных процессах гидротермального изменения протерозойских и нижнепалеозойских терригенных толщ и содержащихся в них типоморфных минералов. Как следует из приведенных в работе составов гранатов, к сожалению, без применения специальных методик - в случае пересыщения их трехвалентными катионами невозможно однозначно оценить количество в них трехвалентного железа. Поэтому при проведении подобных пересчетов количество его чаще всего условно принималось равным нулю, хотя по выполненным нами ранее пересчетам количество трехвалентного железа в магнезиально-железистых гранатах обычно колеблется от десятых до 2,5 %, что позволяет оценивать среднее его содержание в изученных гранатах в 1,0-1,5 мас. %. Таким образом, часто устанавливаемое в таких гранатах избыточное количество глинозема, пересчитываемое на нормативный корунд, соответствует низшему пределу, на самом же деле его количество существенно выше.

Хромшпинелиды являются наиболее удобными и надежными минералами для расчетов условий формирования вмещающих их пород и определения их генетической принадлежности. Их

можно также использовать для оценки фуигитивности кислорода при их кристаллизации и перекристаллизации. И.А. Малаховым ранее было также установлено, что в отличие от широко распространенных силикатных минералов ультрамафитов - оливинов и моноклинных пироксенов - хромшпинелиды обладают низкой термодинамической "прочностью", что позволяет их широко использовать в качестве термобарометра [6].

Пересчет микронзондовых анализов хромшпинелидов на кристаллохимическую формулу и на главные минеральные составляющие (миналы) предусматривает приведение их составов к стехиометрии, то есть к равному соотношению слагающих их двух- и трехвалентных оксидов. Следует лишь иметь в виду, что до этого производится оценка содержания в них ульвошпинелевого минала, который характеризуется формулой Fe_2TiO_4 , и по удвоенному отношению двухвалентного железа с четырехвалентным титаном отличается от всех остальных миналов хромшпинелидов, где соотношения двух- и трехвалентных оксидов равны.

Поскольку изначально все железо при проведении микронзондового анализа зерен хромшпинелидов определяется в виде двухвалентного, сумма двухвалентных оксидов чаще всего существенно превышает количество трехвалентных. При приведении к стехиометрии одна треть от их разницы определяет величину молекулярного количества трехвалентного железа. Соответственно, удвоенное его количество вычитается при этом из расчетного молекулярного содержания двухвалентного железа. Особо следует отметить особенности пересчета при приведении к стехиометрии пересыщенных глиноземом хромшпинелидов, данные по которым приведены в табл. 1. В отличие от гранатов, данные по которым пока весьма разноречивы, для хромшпинелидов из архангельских кимберлитов [1] установлена весьма стабильная железистость, составляющая около 38%. Если на нее ориентироваться, то мы можем определить реальную долю двухвалентного железа и, сопоставив его с суммарным содержанием железа в минерале, определить реальное количество трехвалентного железа, что в свою очередь на основе устанавливаемого равенства между RO и R_2O_3 весь избыток трехвалентных оксидов рассматривать в качестве твердого раствора корунда или алюмошпинелевого минала, как полагает И.А. Малахов.

Таблица 1

Состав измененных, пересыщенных глиноземом хромшпинелидов из концентрата пород колчимской и такатинской свит с Рассольнинского участка, по данным анализов Де Бирс

Показатели	234	235	240	249	332	345
TiO ₂	1,96	0,60	1,43	0,22	0,30	0,35
Al ₂ O ₃	23,14	24,20	27,37	11,55	25,57	34,80
Cr ₂ O ₃	44,89	44,46	40,63	59,76	42,20	31,56
Fe ₂ O ₃	6,80	3,50	3,80	3,00	8,60	12,50
FeO	11,20	12,90	12,10	12,20	10,15	10,20
MnO	0,28	0,24	0,26	0,34	0,34	0,30
MgO	10,21	11,80	11,06	11,21	9,29	9,40
Сумма	98,48	97,70	96,65	98,28	96,45	99,11
Кристаллохимическая формула в пересчете на 32 (O)						
Ti	0,505	0,128	0,334	0,049	0,087	0,094
Al	1,064	4,995	4,452	1,261	1,712	3,641
Cr	12,182	10,000	9,983	13,964	12,775	8,841
Fe ³⁺	1,745	0,747	0,896	0,675	2,489	3,328
Fe ²⁺	3,201	3,067	3,141	3,026	3,249	3,043
Mn	0,080	0,058	0,069	0,085	0,110	0,089
Mg	5,225	5,004	5,124	4,938	5,304	4,966
Содержание главных минеральных составляющих, %						
Ульвошпинель	7,3	2,2	5,4	0,8	1,2	1,3
Шпинель	5,1	28,0	23,9	7,2	7,7	16,9
Магнохромит	45,6	28,0	31,4	49,6	40,2	29,3
Хромит	13,5	28,5	22,5	30,7	17,5	11,8
Магнетит	8,4	4,3	4,8	3,8	11,2	15,4
Тв. р-р корунда, %	20,1	9,0	12,0	7,9	22,2	25,3
Основные расчетные параметры						
Железистость, %	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
Хромистость, %	91,9	66,6	69,2	91,7	88,2	70,8
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺	11,6	4,7	5,8	4,2	14,6	21,0

Примечание: 234, 235, 240, 249, 332, 345 – номера образцов

Для ускорения производства пересчетов на компьютере были разработаны сравнительно простые программы, позволяющие значительно ускорить этот процесс.

Результаты изучения состава измененных гранатов и хромшпинелидов в разновозрастных терригенных толщах

Ранее проведенное систематическое изучение "нормальных" магнезиальных хромистых и магнезиально-железистых бесхромистых гранатов из числа проанализированных в фирме Де Бирс позволило среди них выделить разновидности, принадлежащие к более алмазоносной дунит-гарцбургитовой ассоциации и не алмазоносному лерцолитовому парагенезису [3], а также получить дополнительные данные в пользу принадлежности ряда проанализированных нами зерен магнезиально-железистых гранатов из терригенных пород в основании колчимской свиты к эклогитовому алмазоносному генетическому типу [2].

Как следует из данных массовых пересчетов магнезиальных и магнезиально-железистых гранатов, не менее 5 % от всех зерен гранатов обладают нестехиометрическим составом и содержат в своем составе переменное количество нормативного корунда или алюмошпинелевого минала. Вывод, что пересыщенность их алюминием связана с контактово-термальным воздействием на них внедрявшихся в мезозойское время щелочных вулканитов [9] кажется нам вполне очевидным, если иметь в виду резкое повышение его миграционной способности в условиях повышенной активности щелочей, в первую очередь калия. Состав таких измененных гранатов приводится в табл. 1 и 2. Из химико-аналитических данных и результатов пересчетов на миналы следует, что магнезиальные гранаты, принадлежащие к более барофильному парагенезису гранатовых перидотитов, содержат аномально много нормативного пироба – до 65-70 % и более. Кроме того, в значительной части проанализированных зерен гранатов отмечается существенное количество нормативного кноррингита, характерного для гранатов из алмазоносных комплексов.

Значительная часть магнезиально-железистых гранатов из проанализированных нами ранее [2] содержит весьма ограниченное количество пиробового минала (обычно около 22-30 %), что свидетельствует в пользу их генетической принадлежности к эклогитам не магнийного, а, скорее всего, корового происхождения. Лишь единичные зерна таких гранатов содержат до 45 % нормативного пироба, что позволяет их относить к потенциально алмазоносным парагенезисам [7].

Уместно также отметить, что довольно обычным явлением для гранатов из Красновишерского района является наличие вокруг многих из них келифитовых кайм, впервые описанных здесь В.А.Ветчаниновым, а затем Г.В. Куликовой в кварцитопесчаниках такатинской свиты на участках Ишковский карьер и Сухая Волынка. Их минеральный состав в основном представлен фукситовыми слюдами и представлен в работе [7].

Хромшпинелиды принадлежат, как и в кимберлитах Архангельской алмазоносной провинции [1], к числу широко распространенных минералов-спутников в Красновишерских верхнепротерозойских и палеозойских алмазоносных промежуточных коллекторах, представленных в первую очередь породами колчимской и такатинской свит. Однако количество метасоматически измененных и метаморфизованных зерен с нестехиометрическим составом среди них значительно больше, что, по-видимому, связано с их малой термодинамической устойчивостью [6]. По данным И.А. Малахова, измененные вторичными процессами хромшпинелиды составляют не менее 15 % от общего проанализированного их числа. Соответственно, среди них отмечается несколько подгрупп, обладающих нестехиометрическим составом и пересыщенных, соответственно, глиноземом, магнием и железом.

В подгруппе высокоглиноземистых хромшпинелидов обращает на себя внимание аномально высокое содержание избыточного алюминия - в виде твердого раствора, достигающего в ряде случаев даже 20-25 %. (табл. 3). Его высокая растворимость в виде так называемого алюмошпинелевого минала или твердого раствора нормативного корунда существенно зависит от его миграционной способности, значительно возрастающей, как уже упоминалось, в щелочной среде.

Состав магнезиальных хромистых гранатов из пород кочешорской свиты (1-2) и из концентрата пород колчимской (S₁) и такатинской (D₁) свит с Рассольнинского участка по данным анализов, выполненных в фирме Де Бирс

Показатели	1а	1б	25	214	14	59
SiO ₂	40,82	40,12	41,41	42,51	42,47	42,23
TiO ₂	0,27	0,39	0,16	0,07	0,04	0,24
Al ₂ O ₃	20,33	21,08	21,08	22,29	20,42	20,34
Cr ₂ O ₃	6,48	6,44	3,95	2,78	5,30	4,98
FeO	6,28	6,34	6,76	7,11	5,50	5,44
MnO	0,29	0,47	0,36	0,35	0,28	0,26
MgO	20,41	19,93	19,70	19,72	22,63	21,85
CaO	5,12	5,23	4,75	5,18	2,13	2,94
Na ₂ O	Не определялось		0,05	0,03	0,03	0,01
Сумма	100,00	100,00	98,22	100,04	98,80	98,29
Кристаллохимическая формула в расчете на 12 (O)						
Si	2,934	2,887	3,004	3,018	3,029	3,031
Ti	0,014	0,020	0,009	0,004	0,003	0,013
Al	1,719	1,788	1,802	1,865	1,717	1,721
Cr	0,367	0,365	0,227	0,156	0,299	0,283
Fe ²⁺	0,377	0,381	0,410	0,422	0,328	0,327
Mn	0,017	0,028	0,022	0,021	0,017	0,016
Mg	2,184	2,138	2,130	2,087	2,406	2,338
Ca	0,393	0,403	0,369	0,394	0,163	0,226
Na	-	-	0,007	0,004	0,004	0,001
Содержание главных минеральных составляющих, %						
Ti-андрадит	1,4	2,1	0,8	0,4	0,1	1,3
Уваровит	11,8	11,6	10,4	7,4	5,4	6,4
Гроссуляр	-	-	10,5	12,0	-	-
Пироп	66,9	65,5	65,1	66,0	72,6	72,3
Альмандин	12,7	12,9	12,5	13,4	11,3	12,2
Спессартин	0,5	0,9	0,7	0,8	0,6	0,5
Кноррингит	6,7	7,0	-	-	10,0	8,1
Тв. р-р корунда, %	0,63	1,11	1,39	0,80	0,21	0,20
Основные расчетные параметры						
Железист. f %	14,7	15,1	16,0	17,0	12,0	12,0
Ca-компонент, %	13,2	13,7	21,7	19,9	5,6	7,8
Mg-компонент, %	73,6	72,5	65,1	66,1	82,6	80,4

Примечание. 1а, 1б, 1в, 214, 14, 59 – номера образцов.

Значительно сложнее обстоит дело с подгруппой аномально высокомагнезиальных хромшпинелидов, которые практически не фиксируются в ультраосновных породах магматического происхождения. Наиболее близкие им аналоги были охарактеризованы среди лерцолитовых включений в архангельских кимберлитах [1], однако содержание в них оксида магния в среднем не превышает 19 %, а в нашем случае оно достигает 22-23 % (табл. 4). Обращает на себя внимание столь высокое содержание в них магния, что при их пересчете на нормативный состав помимо магнезиоферрита, существование которого обнаруживается и в микрокристаллической массе архангельских алмазонасных кимберлитов, приходится пересчитывать и на нормативный периклаз, содержание которого, однако, незначительно и чаще всего не превышает 1-3 %.

Вероятно, в качестве одного из возможных объяснений происхождения высокомагнезиальных хромшпинелидов можно принять точку зрения И.А. Малахова, который связывал их генезис с воздействием щелочных флюидов, генетически родственных мезозойским вулканитам, на доломиты колчимской свиты, что способствовало аномально высокому насыщению их магнием и последующему преобразованию хромшпинелидов в вышележащей такатинской свите.

Состав измененных магнезиально-железистых гранатов из пород кочешорской терригенной (V-€) и колчимской терригенно-карбонатной свит [2,8]

Показатели	A-8	A-5	B-2	1-1	1-9	1-15
SiO ₂	37,13	37,33	37,35	38,05	40,23	40,17
TiO ₂	0,00	0,03	0,10	0,00	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	21,90	23,01	22,94	21,57	22,31	23,03
Cr ₂ O ₃	0,03	0,00	0,18	0,07	0,23	0,00
FeO	27,36	25,91	25,91	31,40	28,29	28,45
MnO	0,71	0,53	0,57	0,74	0,89	1,36
MgO	9,80	12,73	11,31	5,15	7,94	8,31
CaO	1,05	1,01	1,09	1,29	1,26	1,11
Сумма	97,98	100,55	100,02	98,28	101,15	102,43
Кристаллохимическая формула в расчете на 12 (O)						
Si	2,927	2,842	2,828	3,038	3,060	3,020
Ti	-	0,002	0,006	-	-	-
Al	2,035	2,066	2,047	2,030	2,000	2,041
Cr	0,002	-	0,011	0,005	0,014	-
Fe ²⁺	1,804	1,600	1,641	2,097	1,799	1,789
Mn	0,047	0,034	0,036	0,050	0,057	0,087
Mg	1,151	1,445	1,479	0,614	0,900	0,932
Ca	0,088	0,082	0,088	0,111	0,103	0,089
Содержание главных минеральных составляющих, %						
Ti-андрадит	-	0,2	1,3	-	-	-
Уваровит	0,1	-	0,5	0,3	0,7	-
Гроссуляр	2,8	2,4	1,7	3,6	2,9	3,1
Пироп	37,2	45,0	45,6	21,4	31,5	32,2
Альмандин	58,4	51,4	50,5	72,9	62,9	61,7
Спессартин	1,5	1,0	1,1	0,8	2,0	3,0
Тв. р-р корунда, %	0,40	0,76	0,72	0,37	0,16	0,36
Основные расчетные параметры						
Железист., f %	61,0	53,3	52,6	77,3	66,6	65,8
Ca-компонент, %	2,8	2,6	2,7	3,9	3,6	3,1
Mg-компонент, %	37,2	45,0	45,6	21,4	31,5	32,2

Примечание: A-8, A-5, B-2, 1-1, 1-9, 1-15 – номера образцов.

Подгруппа метасоматически измененных железистых хромшпинелидов является, пожалуй, самой многочисленной из всех трех выделяемых разновидностей, что, вероятно, связано прежде всего с тем, что среди них встречаются и индивиды, подвергшиеся изменениям в результате процессов наложенного регионального метаморфизма, когда их перекристаллизация в условиях пониженных температур зеленосланцевой фации, столь характерной для всего западного склона Урала, сопровождается повышением железистости не только минералов группы шпинели, но и многих силикатов, включая водосодержащие.

Выполненные нами многочисленные пересчеты обогащенных железом и обедненных магнием хромшпинелидов свидетельствуют, что часть из них, несомненно, принадлежит к продуктам контактово-термального метаморфизма, а не только регионального (табл. 5).

Интересно, что предпринятые нами пока не столь многочисленные попытки обнаружить среди гранатов и хромшпинелидов Архангельской алмазонасной провинции [1] метасоматически измененные, как в Красновишерском районе, не имели успеха. Вероятно они характерны лишь для изученной нами площади и являются ее специфической особенностью, причина которой связана с внедрением в мезозое щелочных вулканитов и их контактово-термальным воздействием на палеозойские терригенные толщи и на содержащиеся в них алмазы и их минералы-спутники.

Состав измененных высокомагнезиальных хромшпинелидов из концентрата пород колчимской (S₁) и такатинской (D₁) свит с Рассольнинской площади, по данным анализов Де Бирс

Показатели	248	297	301	302	354	371
TiO ₂	0,18	0,22	0,72	0,61	0,17	0,80
Al ₂ O ₃	8,84	7,71	18,06	18,51	8,92	16,62
Cr ₂ O ₃	63,39	66,08	48,08	48,56	63,63	49,53
Fe ₂ O ₃	4,79	3,51	7,99	6,39	4,79	7,19
FeO	0,43	0,40	2,57	2,50	0,39	2,62
MnO	0,29	0,27	0,20	0,21	0,28	0,20
MgO	21,74	22,01	22,84	23,05	22,15	23,40
Сумма	99,66	99,91	100,46	99,83	100,33	100,36
Кристаллохимическая формула в пересчете на 32 (O)						
Ti	0,034	0,042	0,130	0,111	0,031	0,147
Al	2,588	2,261	5,130	5,293	2,601	4,795
Cr	12,448	13,003	9,161	9,318	12,444	9,587
Fe ³⁺	0,896	0,652	1,448	1,167	0,892	1,324
Fe ²⁺	0,090	0,027	0,518	0,507	0,080	0,537
Mn	0,061	0,057	0,041	0,044	0,058	0,041
Mg	7,884	7,958	7,571	7,560	7,893	7,569
Содержание главных минеральных составляющих, %						
Ульвошпинель	0,6	0,8	2,3	2,0	0,6	2,7
Шпинель	16,0	13,9	30,6	31,3	16,0	29,0
Магнохромит	76,9	80,0	54,6	55,2	76,3	58,0
Магнезиоферрит	5,5	4,0	5,1	3,0	4,5	1,0
Магнетит	-	-	3,6	3,9	0,9	3,4
Периклаз	1,0	1,3	3,8	4,6	1,7	5,9
Основные расчетные параметры						
Железистость f, %	1,1	0,3	6,4	6,3	1,0	6,6
Хромистость Y, %	82,8	85,2	64,1	63,8	82,7	66,7
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺ Z, %	5,6	4,1	9,2	7,4	5,6	8,4

Примечание: 248, 297, 301, 302, 354, 371 – номера образцов

Заключение

Представленный в работе фактический материал, касающийся состава метасоматически измененных гранатов и хромшпинелидов, приобретает особый интерес в свете получивших за последние годы новых представлений о генетической связи выявленных в Красновишерском районе вулканических пирокластитов (туффизитов), с которыми ряд исследователей пытается генетически связать природу промышленных алмазоносных россыпей. Судя по химическому составу туффизитов [5], они принадлежат не к ультраосновным, а к основным щелочным породам, которые нельзя связывать ни с алмазоносными кимберлитами типа архангельских, ни с алмазоносными лампроитами - типа австралийских. В пользу этого свидетельствует высокое содержание в них кремнезема и особенно глинозема (до 18-22 %) и аномально низкое – оксида магния (1-3,2 %) [5].

Имеющиеся в литературе экспериментальные данные по влиянию флюидов на растворимость алмазов свидетельствуют, что интервал температур от 700 до 900 °С, что примерно соответствует температуре внедрения вулканических пирокластитов, является самым оптимальным для процесса окисления алмазов [4], а присутствие во флюиде щелочей только активизирует этот процесс.

Состав измененных железистых хромшпинелидов из концентрата пород колчимской и такатинской свит с Рассольнинского участка, по данным анализов Де Бирс

Показатели	262	327	329	360	364	366
TiO ₂	0,78	0,37	3,47	4,38	3,73	2,31
Al ₂ O ₃	21,57	15,33	2,81	1,55	13,52	20,10
Cr ₂ O ₃	42,58	44,08	51,46	47,46	38,33	40,46
Fe ₂ O ₃	1,71	5,87	8,51	14,61	14,50	3,80
FeO	23,39	26,91	24,90	23,56	16,50	19,10
MnO	0,32	0,46	0,41	0,46	0,33	0,28
MgO	7,74	4,25	6,21	7,83	13,48	11,15
Сумма	98,09	97,27	97,77	99,85	100,39	97,20
Кристаллохимическая формула в пересчете на 32 (O)						
Ti	0,153	0,076	0,750	0,925	0,715	0,448
Al	6,610	4,995	0,954	0,513	4,061	6,107
Cr	8,749	9,632	11,700	10,544	7,723	8,247
Fe ³⁺	0,334	1,219	1,845	3,090	2,878	0,734
Fe ²⁺	5,085	6,219	5,988	5,537	3,522	4,125
Mn	0,070	0,108	0,100	0,110	0,072	0,060
Mg	2,999	1,750	2,662	3,280	5,120	4,285
Содержание главных минеральных составляющих, %						
Глявошпинель	2,8	1,4	13,4	16,4	15,7	8,2
Шпинель	37,1	21,8	5,7	3,0	29,8	37,2
Магнхромит	-	-	26,1	35,7	22,8	14,9
Гршпинит	3,8	9,3	-	-	-	-
Хромит	54,2	59,9	43,8	26,6	11,3	35,2
Магнетит	2,1	7,6	11,0	18,3	20,4	4,5
Основные расчетные параметры						
Железистость f, %	62,9	78,0	69,2	62,8	40,8	49,0
Хромистость Y, %	57,0	65,8	92,5	95,4	65,5	57,5
Доля Fe ³⁺ в R ³⁺ Z, %	2,1	7,7	12,7	21,8	19,1	4,8

Примечание: 262, 327, 329, 360, 364, 366 – номера образцов.

Изучение под бинокулярным микроскопом серии мелких алмазов, извлеченных при обработке крупнообъемной пробы, отобранной из разведочных канав с Рассольнинского участка, показало, что все они принадлежат к мелкому классу и почти половина из них состоит из корродированных кристаллов со своеобразными каналами травления, свидетельствующих о процессах их растворения в последующий период после внедрения щелочных вулканитов. Что касается их генетического происхождения, то большое сходство их по морфологии с алмазами архангельской алмазоносной провинции, а также состава минералов-спутников этих двух регионов, располагающихся в северо-восточной и восточной частях Восточно-Европейской платформы, объективно свидетельствует в пользу кимберлитового происхождения и красновишерских алмазов. Однако возраст предполагаемых рудоносных кимберлитов более древний – досилурийский, поскольку нижняя терригенная толща колчимской свиты является алмазоносной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богатиков О.А., Гаранин В.К., Кононова В.А. и др. Архангельская алмазоносная провинция. - М.: Изд-во МГУ, 1999. - 524 с.
2. Бушарина С.В. О составе и потенциальной алмазоносности пироп-альмандиновых гранатов из пород колчимской свиты в Красновишерском районе Северного Урала // Уральская летняя минералогическая школа-99: Мат-лы Всерос. науч. конф. - Екатеринбург: УГТГА, 1999. - С. 250-252.
3. Бушарина С.В. Нормативный кноррингит как критерий разделения магниезальных хромистых гранатов из ультраосновных включений в терригенных толщах Красновишерского района на Северном Урале // Там же. - С. 253-254.

4. Кулакова И.И., Пушкин А.Н., Руденко и др. Исследование каталитического окисления алмазов в связи с вопросами их роста-растворения в природных условиях // Комплексные исследования алмазов: Сб. - М.: ЦНИГРИ, 1980. - С. 57-64.
5. Лукьянова Л.И., Лобкова Л.П., Маренчев А.М. и др. Коренные источники алмазов на Урале // Региональная геология и металлогения. - 1997. - № 7. - С. 88-97.
6. Малахов И.А. Глубина формирования ультрабазитов Урала и хромитового оруденения по термодинамическим данным // 1 Международн. геохим. конгрес. Тез. докл. - М.: АН СССР, 1972. - С. 151-162.
7. Малахов И.А. Генетическая природа и алмазоносность туффзитов Красновишерского района на Северном Урале на основе изучения их состава и типохимизма минералов // Геология и металлогения Урала: Сб. - Екатеринбург: Департамент природных ресурсов Уральского региона, ОАО УГСЭ, 2000. - С.183-216.
8. Малахов И.А. Состав и генезис метасоматически измененных гранатов и хромшпинелидов из алмазоносных терригенных толщ Красновишерского района на Северном Урале // Уральская летняя минералогическая школа -2000: Мат-лы Всерос. науч. конф. - Екатеринбург: УГГГА, 2000. - С. 132-137.
9. Рыбальченко А.Я., Колобянин В.Я., Лукьянова Л.И. и др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале // Доклады РАН. - 1997. - Т. 353, № 1. - С. 90-93.
10. Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии // Тр. ИГиГ СО АН СССР, вып. 183.- Новосибирск: Наука, 1974. - 264 с.

УДК 553.04 (571.56)

А.А. Малюгин, О.Б. Азовскова, В.Н. Кузнецов, В.А. Малюгин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОЛОТА ПРИ ПОИСКАХ КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Основным объектом исследований, проводившихся попутно с поисковыми работами, являются минерализованные зоны в сочетании с золотоносными корами выветривания, которые рассматривались в качестве аналогов Светлинского, Гумешевского и другие месторождений и проявлений золотопродуктивных низкотемпературных гидротермальных метасоматитов, вплоть до зон интенсивной аргиллизации.

Район исследований находится в Полевском районе и расположен в западном обрамлении Сысертского гранито-гнейсового комплекса в зоне развития Мраморского глубинного разлома, среди метаосадочных образований кремнисто-терригенной толщи силура (до 1999 года – андреевская свита верхнего силура – нижнего девона). Они содержат многочисленные тела метаморфизованных серпентинитов и апосерпентинитовых пород и пронизаны малыми интрузиями и дайками гранитоидов различного состава, относимых к шабровскому и осиновскому комплексам (см рисунок).

Крайнюю восточную часть площади занимает Мраморский ультрабазитовый массив. Его сложное блоковое строение подчеркивается неравномерностью состава – от реликтов не полностью серпентинизированных гипербазитов до тальк-карбонатных, тальк-хлорит-карбонатных, тальковых, тремолит-тальк-карбонатных пород, наличием даек гранитоидов, линз и тел метаморфизованных амфиболитов, метасоматических зон листовитового, амфибол-флогопитового и другого состава.

Значительная часть площади находится в пределах Мраморско-Кособродской эрозионно-структурной депрессии (ЭСД). Мощности элювиальных и элювиально-делювиальных карстовых образований широкого возрастного диапазона достигают 50-70 м, иногда более 100 м. Остальная территория даже в приподнятой увальной части характеризуется очень низкой естественной обнаженностью.