

II. МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ И ГЕОХИМИЯ

И.А.Малахов, С.В.Бушарина

СОСТАВ ТИПОМОРФНЫХ МИНЕРАЛОВ - СПУТНИКОВ АЛМАЗОВ В МАГМАТИЧЕСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОДАХ КРАСНОВИШЕРСКОГО РАЙОНА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ КАК ИНДИКАТОР ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

В последние годы резко возрос интерес к поискам коренных источников уральских россыпных алмазов. Первые шестьдесят лет назад, добыча которых осуществляется и в настоящее время. По сравнению с другими районами распространения алмазоносных кимберлитовых диатрем, известными в Южной Африке, Якутии, а сравнительно недавно и в Архангельской области, их происхождение в Красновишерском районе Пермской области традиционно связывались с кимберлитовыми трубами, хотя поиск их здесь до сих пор не увенчался успехом. Впоследствии Л.И. Лукьяновой [4] кимберлиты были обнаружены на Полярном Урале в составе так называемого кимберлитового комплекса, где они слагают ряд штоков, прорывающих верхнерифейские терригенно-осадочные образования. По составу эти кимберлиты относятся к массивной порфировой (калиевой) разновидности кимберлитов и содержат глубинные мантийные минералы - пиропиды и эклогиты, автолиты и характерные минералы-спутники алмазов. В их составе последних сравнительно небольшое.

В начале 80-х годов текущего столетия алмазоносных лампроитов в Австралии активизация их поисков во многих регионах мира, в том числе и в России. В результате проведенных исследований [5] они были выявлены и детально изучены в Магнитогорско-Куйбасовском районе на Южном Урале в составе куйбасовского лампроитового комплекса, состоящего более чем 50 дайками оливин-флогопитового, диопсид-оливин-флогопитового и оливин-флогопитового состава, формирование которых связано с завершающими стадиями ранне-раннемезозойского щелочного магматизма и по данным определения абсолютного возраста (247-241 млн лет) происходило в среднем триасе - ранней юре. Обращает на себя внимание, что среди палеозойских минералов, представленный пиропами, хромшпинелидами и оливином, индологичный лампроитам Австралии [1], встречается лишь в оливин-флогопитовых лампроитах куйбасовского комплекса. Ряд находок лампроитов был обнаружен и в Магнитогорском районе Урала, в том числе в пределах Башкирского поднятия и в районе ст. Полетаево, ст. Чибисовка. Следует, однако, отметить, что во всех отмеченных районах алмазоносность пока надежно не установлена. С позиций их обнаружения и установления наибольший интерес представляет детальное изучение Полудовско-Колчимской и Магнитогорско-Куйбасовской тектонических горст-антиклинальных структур в Красновишерском районе, где

представляют собой попытку установить аналогию между условиями становления австралийской трубки Аргайл, где промышленная алмазоносность отмечается в песчаных туфах, окаймляющих тело лампроитов, и широко распространенными в Полудовско-Колчимской и Тулым-Парминской структурах и в их обрамлении сериями пирокластических пород и в первую очередь туффизитами образующихся во фронтальных частях флюидно-магматических колонн пород щелочно-ультраосновного состава в результате внутрикоровых эксплозий, обусловленных резким выделением летучих компонентов вследствие снижения внешнего давления, тектонической декомпрессии и достижения магмой горизонтов водонасыщенных пород [9].

По мнению Л.И. Лукьяновой, А.Я. Рыбальченко и др. [5,9], такие туффизиты содержат алмазы уральского типа (то есть кривогранные октаэдры и ромбододекаэдры), широкий набор высокобарических минералов-спутников - кноррингитовых гранатов, хромдиопсидов, хромшпинелидов, пикроильменитов, армолколитов и др. - и характеризуются широко проявленными процессами автотомасоматической аргиллизации стекловатого, пеплового и микролитового базальта. Согласно их данным такие породы по существу представляют собой высококальциевые метасоматиты иллит-монтмориллонитового, гидрослюдистого, тальк-серпентинового, хлоритового и карбонатного состава, содержащие набор когерентных и некогерентных элементов, характерных для пород "кимберлит-лампроитового" ряда. Образование таких туффизитов флюидно-магматического происхождения связано с триас-юрской и особенно с неоген-четвертичной эпохами неотектонической и рифтогенной активизации.

Имеющийся у одного из авторов статьи многолетний опыт изучения минералов-спутников алмазов, встречающихся в щелочных-ультраосновных породах западного склона Урала, содержащихся среди алмазоносных россыпей, и вновь полученные обширные данные по их составу, в том числе в породах колчимской свиты в Красновишерском районе, позволяют нам более аргументированно высказаться по этой проблеме и внести ясность при решении принципиальных вопросов, касающихся генетической природы туффизитов и их потенциала алмазоносности.

О генетической принадлежности типоморфных барофильных минералов к алмазоносным кимберлитам и лампроитам

В настоящее время в геологической литературе имеются вполне надежные данные относительно генетической принадлежности различных типоморфных, то есть характерных для пород магм, минералов к породам - производным глубинных щелочно-ультраосновных и оливин-базальтовых магм. В соответствии с исследованиями Ф.В. Каминского [2] кимберлитобразование происходит в условиях весьма высоких давлений - 40-100 кбар при температуре 1000-1300°C и при весьма ограниченной (0,5-1%) степени плавления ультраосновного субстрата мантии, представленного главным образом гранатовыми перидотитами, содержащими включения эклогитов. Было показано, что кимберлиты закономерно обогащены как когерентными (Zr, Nb, Ta), так и некогерентными (Na, K, Li, Rb, Ba, U, TR) элементами, что позволяет относить их в целом к производным ультраосновных расплавов.

Н.В. Соболевым [11] в свое время было показано, что по характеру сингенетических кристаллических вростков в алмазах такие минералы происходят исключительно из ассоциации высокохромового ультрамафитового (хромсодержащие высокопироповые гранаты, хромдиопсиды, высокохромистые шпинели и пикроильмениты) и эклогитового типов (бесхромистые пиропы, альмандиновые гранаты, омфациты, обычные ильмениты).

Важно также отметить, что по имеющимся экспериментальным данным [8] в области температур 700-900°C в условиях регрессивного эндогенного процесса в кимберлитах в све-

повышенном окислительного потенциала среды и увеличением каталитической активности переходных металлов должно было происходить существенное растворение алмазов в этих условиях до полного их исчезновения.

При рассмотрении минерального состава лампронтов необходимо иметь в виду, что они так же, как и кимберлиты, принадлежат к числу наиболее глубинных пород, но в отличие от последних образуются в более разнообразной геодинамической обстановке. Главные первичные минералы образующие минералы лампронтов - оливин и лейцит. Эта минеральная ассоциация характерна в первую очередь для условий кристаллизации при высокой температуре и низком давлении [1]. Как следует из результатов изучения австралийских лампронтов, образование их туфов происходит в условиях близких им по составу пород сопровождалось дегазацией летучих при температуре около 1000°C, то есть даже несколько выше, чем при формировании кимберлитов. Согласно этим данным в алмазоносных лампронтах довольно часто встречаются хромсодержащие гранаты из глубинных пород - гранатовых включений, однако в них практически отсутствуют бесхромистые гранаты из эклогитовых эклогитов. Не встречаются в этих породах и типичные хромдиопсиды и омфацинты явно метаморфического происхождения.

Из других силикатных минералов для отмеченных лампронтов характерны калиевый рихтерит и титанистый флогопит. Очень характерна также высокая обогащенность титаном всех основных фаций пород из группы лампронтов, обусловленная низким общим давлением и высокой температурой их кристаллизации, проходившей в условиях повышенной фугитивности воды, что в конечном итоге приводило к образованию помимо ильменита других титанистых минеральных фаз - армалколита и рутила. Что касается самих алмазов, содержащихся в лампронтах, то среди них преобладают частично резорбированные додекаэдры и октаэдры. К включениям в алмазах широко известной восточно-австралийской трубки Аргайл относятся бесхромистые гранаты эклогитового типа, характеризующиеся относительно высоким содержанием оксида натрия - до 0,5%. Встречаются также включения рутила, кианита и корунда. В лампронтовых же трубках Западной Австралии среди минеральных включений в основном преобладают оливины, диопсиды, энстатиты и высокохромистые магнезиальные гранаты, а из включений эклогитового типа - пироп-альмандиновые гранаты, характеризующиеся с омфацинтом, рутилом и коэситом.

Известно также отметить, что среди лампронтов четко выделяются две основные их ветви - оливиновая, представленная туфовыми фациями трубки Аргайл и серией трубок Эллендейл, в которых содержится 22-25% MgO и весьма ограниченное количество щелочей, в первую очередь калиевых, и щелочная или орендитовая, содержащая значительно больше кремнезема и от 3-4 до 10% калия. Характерно, что последняя разновидность лампронтов является не алмазоносной. Количество оксида титана в них соответственно составляет 2,3 и 3,6%, то есть достаточно велико, и в этом смысле можно рассматривать как типичную титановую ассоциацию.

Состав типоморфных минералов в разновозрастных карбонатно-терригенных толщах Красновишерского района

Область распространения наиболее богатых алмазами россыпей в Красновишерском районе на северо-восточном склоне Северного Урала определяется в первую очередь зоной северного обрамления Полюдовско-Колчимской горст-антиклинальной структуры, в ядре которой располагаются карбонатные или точнее верхнерифейские терригенные и карбонатные отложения рассольнинской, ильменской и низьвенской свит, сменяемые выше по разрезу существенно терригенными толщами кембрийской и кочешорской свит кембрийского возраста, на которых с угловым несогласием залегают карбонатные породы с прослоями песчаников, слагающие колчимскую свиту, возраст которой фиксируется нижним силуром. Еще выше, также с угловым несогласием, на породах кембрийской свиты залегают песчаники и кварцито-песчаники такатинской свиты нижнедевонского возраста. Следует также отметить, что в этом районе, как и в Якутии, мы имеем дело с полным

набором типоморфных минералов, представленных в первую очередь хромистыми высокопироповыми, нередко кноррингитсодержащими гранатами, хромшпинелидами с широкой гаммой содержания хрома и пикроильменитами ультраосновного парагенезиса, а также бесхромистыми пироп-альмандиновыми гранатами и ильменитами эклогитового происхождения [11]. В последние годы были выявлены и изучены с помощью микрозонда высокотитанистые минералы, встречающиеся лишь в породах колчимской и такатинской свит.

Следует отметить, что количество отмеченных типоморфных минералов существенно возрастает в породах последних двух свит. Что касается минералов из пород рифейского возраста среди них преобладают пироп-альмандиновые гранаты (табл.1) и умеренно хромистые шпинели (см.табл.3). Из минералов титанистой ассоциации в них обнаружены типичные пикроильмениты, встречающиеся, вообще говоря, не только в кимберлитах, но и в карбонатитах. Одной из характерных особенностей, изредка встречающихся в породах древних толщ, и в первую очередь рассольнинской, высокопироповых хромистых гранатов, является отсутствие в них кноррингитсодержащей, повышенное содержание которой является хорошим признаком на алмазоносности [11]. Эта особенность состава присутствующих здесь хромистых гранатов недавно подтверждена Е.П.Черепановым (устное сообщение), изучавшим состав хромистых гранатов кочешорских песчаников кембрийского возраста.

Результаты наиболее детально изученных гранатов в породах колчимской и такатинской свит частично представленных в табл.2, свидетельствуют о частой встречаемости в их составе нормативного кноррингита, количество которого обычно колеблется от 2-3 до 15 %, а судя по данным проведенных нами массовых (более 200 анализов) пересчетов высокопироповых хромистых гранатов выполненных аналитиками фирмы Де Бирс, с Рассольнинского участка среднее содержание нормативного пироба составляет 8,5 %, что хорошо согласуется с нашими данными.

Судя по приведенным в табл. 3 микрозондовым анализам хромшпинелидов из пород колчимской и такатинской свит, их состав различается достаточно резко: в породах колчимской свит практически не встречаются высокохромистые шпинели, в такатинских же песчаниках в составе хромшпинелидов почти постоянно отмечается повышенное содержание хрома - среди них встречаются и индивиды, несомненно относящиеся в алмазной субфации, что нами отмечено ранее [6].

Что касается минералов титанистой ассоциации, то судя по анализам, приведенным в табл. 3 наряду с обычно встречающимися ильменитами и пикроильменитами в породах колчимской свит на Рассольнинском участке были выявлены и изучены смеси титанистых минералов, представляющих собой ильменитом и армалколитом - минеральной фазой, содержащей существенно больше титана, чем ильменит, и образующейся в существенно более окислительной обстановке. Обращает на себя внимание большое сходство составов ильменит-армалколитовых смесей, полученных нами при изучении с помощью микрозонда на Рассольнинской площади и несколько раньше выявленных Л.И.Лукьяновой [5] на участке Волынка в породах колчимской и такатинской свит.

Обсуждение результатов

Полученные и частично приведенные в статье химико-аналитические данные по составу типоморфных минералов свидетельствуют о явно глубинном - мантийном происхождении первых пород, где они содержались. Судя по приведенным анализам, можно с большой долей вероятности высказываться в пользу кимберлитового их происхождения, причем формирование алмазоносных кимберлитов в этой структурной зоне можно датировать вендом или терминальным рифеем (500-600 млн лет). В этом случае становится ясным в целом слабое распространение типоморфных барофильных минералов в более древних кембрийских толщах из-за сравнительно небольшой возрастной разницы между внедрением кимберлитов и попаданием барофильных минералов образующихся по ним кор выветривания в материал терригенных толщ. Естественно полагать,

... и такатинской свит, образовавшиеся на 150-200 млн лет позднее, ... материал в несравненно больших количествах.

... каких-либо определенных данных, свидетельствующих о возможности ... в том числе и алмазонасных их фаций, на Урале в нижнем и среднем ... исследователи, занимавшиеся детальным изучением типоморфных минералов ... Урала, отмечают сравнительно слабое распространение в рифейских и ... минералов ильменитовой группы.

Таблица 1

Состав хромистых (1-3) и бесхромистых (4-8) гранатов в допалеозойских породах Полуодовско-Колчимского блока (оператор В.А.Виллисов)

№ п/п	Расхождение, %	Участок Дресвяная Стень						Расхождение, %
		2249 шурф	шурф 14	туфы деминской свиты к. 5		терригенные породы, 2249		
		2	3	4	5	6	7	8
42,14		41,07	41,92	39,36	38,50	39,79	39,57	38,50
20,97		22,30	22,11	21,16	20,78	21,73	22,11	21,54
3,07		1,02	1,61	0,01	0,03	0,04	0,06	0,03
0,80		0,32	0,64	1,44	-	1,28	0,96	0,80
7,11		16,52	9,41	22,13	33,27	26,58	25,65	32,19
0,39		0,39	0,39	4,26	0,52	0,26	0,52	0,52
19,23		13,76	19,40	6,30	5,47	10,78	11,27	6,80
4,16		6,16	4,48	7,00	3,36	1,26	1,40	1,40
96,87		102,54	99,32	101,66	101,93	101,72	101,54	101,78
Пересчет на кристаллохимическую формулу								
	3,019	3,000	3,009	3,018	3,082	2,996	2,977	2,981
	-	-	-	-	-	0,004	0,023	0,019
	1,775	1,921	1,871	1,908	1,962	1,928	1,941	1,907
	0,172	0,061	0,095	-	-	-	-	-
	0,343	0,018	0,034	0,083	-	0,072	0,054	0,046
	0,427	1,009	0,565	1,419	2,226	1,174	1,615	2,084
	0,021	0,022	0,022	0,276	0,034	0,018	0,032	0,033
	2,654	1,496	2,073	0,719	0,654	1,208	1,267	0,786
	0,474	0,483	0,345	0,576	0,329	0,099	0,113	0,116
Основные минеральные группировки								
	2,1	0,9	1,7	4,1	-	3,6	2,7	2,3
	8,7	3,0	4,7	-	-	-	-	-
	5,2	12,1	4,7	15,2	7,7	-	0,9	1,4
	58,8	49,6	69,0	24,0	20,1	40,3	41,9	25,9
	34,3	33,5	19,0	47,5	71,2	55,7	53,6	69,5
	0,9	0,9	0,9	9,2	1,0	0,4	0,9	0,9
	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ, %	19,3	41,2	23,0	71,2	77,6	59,4	57,3	73,3
Цвет	Фиолетовый	Бледно-розовый		Розовый		Желтовато-розовый		Розовый

Примечание. Во всех таблицах анализы всех минералов пересчитаны на стехиометрический состав.

Таблица 2

Состав хромистых (1-6) и бесхромистых гранатов (7-8) в карбонатных и терригенных породах колчимской и такатинской свит Полюдовско-Колчимского блока (операторы В.Н.Ослоповских и В.А.Вилисов)

Состав	Пироп						Пироп-алмадин	
	колчимская			такатинская			колчим-ская	такатин-ская
	Рассольнинский участок			Б-Колчимский участок		Рассольнинский участок		Б-Колчимский участок
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	43,02	43,53	42,52	41,92	41,92	42,13	39,60	40,43
TiO ₂	0,30	0,10	0,12	-	-	0,31	0,00	0,15
Al ₂ O ₃	21,16	21,28	18,42	18,33	17,01	16,43	21,94	21,16
Cr ₂ O ₃	4,09	3,22	6,17	5,99	7,59	10,18	0,06	0,00
Fe ₂ O ₃	1,53	3,07	3,72	1,28	0,80	0,80	0,00	3,83
FeO	4,78	2,60	2,57	7,18	5,68	5,25	27,85	12,86
MnO	0,23	0,31	0,31	0,39	0,26	0,44	0,61	0,52
MgO	22,25	24,06	22,90	18,74	18,90	20,72	8,95	16,91
CaO	5,74	5,76	6,55	6,30	6,30	6,06	0,84	5,60
Сумма	103,10	103,93	103,28	100,13	98,46	102,40	99,86	101,56
Пересчет на кристаллохимическую формулу								
Si	2,977	2,980	2,975	3,035	3,075	2,993	3,044	2,933
Ti	0,032	0,010	0,013	-	-	0,017	0,000	0,026
Al ^{IV}	0,023	0,020	0,025	-	-	0,007	-	0,067
Al ^{VI}	1,703	1,697	1,495	1,565	1,471	1,368	1,988	1,747
Cr	0,224	0,174	0,341	0,339	0,440	0,572	0,004	-
Fe ²⁺	0,080	0,158	0,196	0,044	0,044	0,042	-	0,209
Fe ³⁺	0,277	0,149	0,151	0,348	0,348	0,312	1,790	0,780
Mn	0,013	0,018	0,019	0,018	0,012	0,025	0,040	0,031
Mg	2,295	2,455	2,389	2,066	2,076	2,195	1,025	1,830
Ca	0,426	0,422	0,491	0,493	0,493	0,461	0,069	0,436
Основные минеральные группировки								
Андралит	5,6	7,4	10,2	3,5	2,3	3,8	-	11,5
Уваровит	8,6	6,4	5,8	12,8	14,6	13,5	0,2	-
Гроссуляр	-	-	-	-	-	-	2,2	2,6
Пироп	73,5	78,1	67,5	63,9	62,7	57,0	35,1	59,6
Алмадин	9,2	5,5	4,9	14,5	11,8	10,1	61,1	25,5
Спессартит	0,5	0,5	0,6	0,9	0,4	0,8	1,4	0,8
Кюоррит	2,6	2,1	11,0	4,4	8,2	14,8	-	-
Г, %	13,4	11,1	12,7	20,0	16,0	13,9	63,6	
Цвет	Лиловый			Сиреневый	Лиловый		Оранжевый	

В частности, здесь совершенно не отмечался калиевый рихтерит, а из характерных для лампроитовой ассоциации широко распространен лишь флогопит, однако он часто встречается в других измененных породах - производных щелочно-ультраосновной магмы. Что касается верпакеоза, то в это время вполне могли формироваться породы лампроитовой ассоциации, о

свидетельствуют находки высококальциевых пород и связанных с ними метасоматитов на восточном Кряже, в северной части изучавшейся структуры.

Таблица 3

Состав хромшпинелидов из разновозрастных терригенных пород
Полюдовско-Колчимского блока (операторы В.А.Видлисов и В.Н.Ослоповских)

Состав	Свита и ее возраст							
	Низьвенская, верхний рифей		Колчимская, нижний силур			Такатинская, нижний девон		
	Буркочимский участок		Расольнинский участок			Колчимский участок		
	скв.264	скв.3831	бульдозерная канава			шурф 187/2	скв.3822	
TiO ₂	3,34	2,00	0,14	1,40	2,24	0,50	0,33	0,18
Al ₂ O ₃	16,44	16,25	20,05	20,58	16,63	9,26	11,34	9,22
Cr ₂ O ₃	36,67	42,81	41,70	39,87	37,55	56,54	55,23	63,13
Fe ₂ O ₃	13,10	7,83	11,64	10,22	14,61	5,43	5,11	1,44
FeO	20,41	21,56	13,51	18,06	16,47	15,59	12,36	11,42
MnO	0,52	0,39	0,23	0,21	0,23	0,52	0,39	0,19
MgO	11,11	9,45	14,29	12,39	13,05	11,44	13,60	14,31
Сумма	101,59	100,29	101,56	102,84	100,90	99,28	98,36	99,89
Пересчет на кристаллохимическую формулу								
Ti	0,639	0,388	0,026	0,257	0,423	0,095	0,063	0,031
Al	4,901	4,940	5,770	5,921	4,931	2,898	3,481	2,792
Cr	7,336	8,762	8,050	7,697	7,468	11,847	11,383	12,874
Fe ²⁺	2,496	1,522	2,139	1,878	2,766	1,083	1,003	0,279
Fe ³⁺	4,323	4,661	2,759	3,688	3,465	3,455	2,697	2,466
Mn	0,107	0,093	0,047	0,044	0,048	0,110	0,094	0,047
Mg	4,201	3,635	5,202	4,510	4,893	4,522	5,284	5,506
Основные минеральные группировки								
Ульвошпите-ль	8,0	4,8	0,3	3,2	5,3	1,2	0,8	0,4
Шпинель	30,7	30,9	36,0	37,0	30,8	18,1	21,8	17,4
Магнхромит	21,9	14,6	29,0	19,3	30,3	38,4	44,3	51,4
Хромит	24,0	40,2	21,3	28,7	16,3	35,7	25,8	29,1
Магнетит	15,4	9,5	13,4	11,8	17,3	6,6	6,3	1,7
Главные расчетные параметры								
f, %	62,2	63,3	34,7	45,0	41,5	50,7	41,8	33,6
γ, %	59,9	63,9	58,3	56,5	60,2	80,4	76,6	80,7
Z, %	16,9	10,0	13,4	12,1	18,2	6,8	6,3	1,8

Здесь следует остановиться на происхождении и возможной алмазности туффзитов и фазитов, широко распространенных в Красновишерском районе и с которыми некоторые авторы [5,9,10] связывают коренную алмазность. Как отмечалось в работе [1], при изучении австралийских кимберлитов и лампритов, алмазы в этих породах имеют коренное происхождение.

Как справедливо отмечал Е.Е.Лазько [3], даже в самих кимберлитах алмаз представляет метастабильную фазу и подвергается растворению в процессе подъема ультраосновного расплава. При этом потенциального природного окислителя выступает кислород, содержащийся в летучей фазе образующийся при диссоциации водяного пара и углекислоты. При этом по мере снижения температуры эндогенного процесса за пределы устойчивости алмаза, особенно в области высоких температур - 900-700°C [8], должно было происходить наиболее интенсивное окисление.

Состав пикроильменитов (1-3) и высокотитанистых минеральных смесей ильменита, армалколита и рутила (4-8) в породах разновозрастных терригенных свит Полюдовско-Колчимского блока (анализы 2,3,6,7,8 – по данным Л.И. Лукьяновой [5])

Состав	Бурчанинский участок, Р ₁	Волька, S ₁ и D ₁		Рассольнинский участок, S ₁		Волька, S ₁ и D ₁		
	1	2	3	4	5	6	7	8
TiO ₂	51,37	42,40	50,09	54,09	56,95	55,72	65,20	64,09
Al ₂ O ₃	-	0,36	0,40	0,19	0,32	0,00	1,25	0,00
Cr ₂ O ₃	0,01	5,89	6,29	0,00	0,00	0,00	9,31	4,21
Fe ₂ O ₃	6,71	18,59	6,73	-	-	-	-	-
V ₂ O ₅	-	-	-	0,85	1,04	-	-	-
FeO	36,00	25,37	25,18	32,33	28,82	39,90	21,78	25,89
MnO	0,31	0,00	0,00	1,91	2,42	2,32	0,00	0,00
MgO	5,55	7,16	11,14	0,00	0,00	1,66	0,74	0,00
Сумма	99,95	99,77	99,83	89,37	89,63	99,60	98,28	94,19
Основные минеральные группировки								
Ильменит	73,1	54,6	52,4	52,4	28,4	77,5	-	-
Гейкшинг	20,2	27,4	41,3	-	-	6,5	-	-
Пирофанит	0,6	-	-	5,6	7,8	5,2	-	-
Гематит	6,1	18,0	6,3	-	-	-	-	-
Армалколит	-	-	-	42,0	63,8	10,8	65,0	81,6
Рутил	-	-	-	-	-	-	35,0	18,4
Расчетный параметр								
f, %	81,0	66,5	55,9	100	100	92,2	94,3	100

Отмечаемые многими исследователями [5,10] широкомасштабные процессы вторичного изменения - аргиллизация, карбонатизация, окварцевание и ожелезнение - также должны повысить термодинамическую устойчивость алмазов и типоморфных минералов - его спутников в высококальцевых метасоматитах, образующихся по туффизитам.

Имеющийся в геологической литературе обширный материал по генетической принадлежности магниальных хромистых пиропов, бесхромистых пироп-альмандинов, хромшпиннелитов, ильменитов и пикроильменитов [5,6,11], частично приведенных и в настоящей статье, однозначно свидетельствует о невозможности рассматривать их в качестве минеральной ассоциации туффизитов. Таким образом, нет никаких оснований говорить о том, что эти породы могут быть алмазоносными. И даже если допустить, как отмечает Т.М. Рыбальченко [10], что по ряду петрохимических критериев - высокой калиевой щелочности, степени окисленности, высокой насыщенности кремнеземом, содержанию когерентных и некогерентных элементов - туффизиты соответствуют орендитовому тренду дифференциации пород лампроитовой серии, то вывод относительно принадлежности туффизитов к не алмазоносному типу пород будет тот же, поскольку, как было установлено, орендитовая серия лампроитов алмазов не содержит.

Нужно также отметить, что все упомянутые исследователи [5, 9, 10] при рассмотрении волевого минерального состава и генетической принадлежности туффизитов обходят вниманием уже выявленные разведочным бурением в северной части Полюдовско-Колчимской структуры многочисленные тела трахибазальтов и субщелочных эссексит-диабазов, секущих разнообразного состава породы ксенофонтовской свиты среднекарбонного возраста, налегающие здесь с угловым несогласием на отложения колчимской и бакатинской свит. Химический же их состав с туффизитами обладает большим сходством, чем с любыми другими породами (табл.5). Уместно напомнить, что

в кернах скважины 39 на глубине 47 м в одном из таких тел эссексит-диабазов нами выявлены кварц-мусковит-карбонатные метасоматиты, содержащие более 2,2 кг/т РЗЭ, в представленных лантаном и церием [7].

Возможности распространения отсюда материала в пределы более обширной территории Северо-Колчимского блока свидетельствуют и наши данные по содержанию РЗЭ на различных участках в этом районе. Так, содержания лантаноидов порядка 250-430 г/т неоднократно отмечались в глинистых и хлорит-слюдистых аргиллитах на участке Илья-Вож, а также в желтых и голубых монтмориллонитовых глинах, развитых в зоне контакта нижнепалеозойских древних толщ на участке Сухая Волянка. Наиболее же высокие их содержания были отмечены в глинистых предакатинских корах выветривания - более 1100 г/т на том же участке.

Таблица 5

Сопоставление составов высококальциевых аргиллизированных туффзитов и ксенотуффзитов 5 с составами трахибазальтовых порфиритов и субщелочных эссексит-диабазов (по данным Вишерской ГРП)

Состав	Туффзиты и ксенотуффзиты				Трахибазальты		Эссексит-диабазы	
	Волянка		Рассолийский участок		Ухтым III и Кису II			
					скв.15/75	скв.45/16	скв.24/28	скв.27/27
SiO ₂	56,4	53,5	67,0	71,2	44,43	48,03	48,25	42,26
TiO ₂	1,2	1,1	0,42	0,70	3,33	1,57	1,71	0,56
Al ₂ O ₃	22,3	18,4	17,2	13,9	14,80	15,42	15,34	13,43
Fe ₂ O ₃	5,2	11,7	4,3	3,9	4,39	6,25	6,86	3,11
FeO	<0,1	0,47	0,32	0,36	6,65	4,31	5,56	2,38
MnO	<0,01	0,10	<0,01	0,07	0,06	0,01	0,03	0,08
MgO	1,2	1,7	1,9	1,9	4,54	6,91	7,18	4,01
CaO	0,58	1,6	0,11	0,07	6,53	4,11	2,01	13,03
Na ₂ O	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,60	0,83	1,19	1,26
K ₂ O	6,8	5,0	4,9	4,5	5,92	5,04	6,98	7,75
P ₂ O ₅	0,38	0,28	<0,05	0,09	0,45	0,13	0,15	0,11
п.п.п.	6,0	6,4	4,1	3,5	7,79	6,94	3,92	11,74
Сумма	100,37	100,45	100,51	100,39	100,49	99,60	99,25	99,80
Расчетные параметры								
FeO'	4,78	11,00	4,19	3,87	10,60	9,94	11,73	5,18
f, %	69,1	78,4	55,3	53,4	56,7	43,3	47,8	42,0
Na ₂ O+K ₂ O	6,95	5,15	5,05	4,65	7,52	5,87	8,17	9,01
R ₂ O / Al ₂ O ₃	33,7	30,3	31,8	36,2	55,0	41,2	57,6	72,6

В соответствии с выполненными нами подсчетами как кимберлиты, так и лампроиты характеризуются повышенными содержаниями РЗЭ: в первых оно составляет 400-450 г/т, а в лампроитах поля Эллендейл достигает иногда даже 850-900 г/т. Однако самые высокие их содержания отмечаются в низкотемпературных фациях карбонатитов, где их количество может достигать 10 кг/т и даже больше.

Отметим, что имеющиеся данные по химическим составам субщелочных эссексит-диабазов и трахибазальтовых порфиритов, распространенных на Полюдовом Кряже (табл.5), обнаруживают большое сходство с аргиллизированными туффзитами, которые характеризуются повышенными содержаниями глинозема и аномально низкими - магния и кальция, что является закономерным для подобного типа метасоматитов и не исключает их единую генетическую природу.

Заключение

1. Приведенные данные по составу типоморфных минералов - хромистых и бесхромистых гранатов, хромшпинелидов и пикроильменитов в разновозрастных толщах, слагающих Полюдо-Колчимский антиклинальный блок и располагающихся в его обрамлении, свидетельствуют о относительной стабильности их химического состава. Исключение составляют хромшпинелиды наиболее высокохромистые их разновидности встречаются лишь в такатинских кварцитопесчаных конгломератах. Что касается минералов титанистой ассоциации, то ильмениты и пикроильмениты встречаются во всех изученных осадочных толщах, а армалколиты и рутилы, образующиеся в более окислительных условиях, лишь в породах колчимской и такатинской свит.

2. Отмечается последовательное увеличение количества типоморфных барофильных минералов по мере перехода от более древних рифейских терригенных пород к силурийским и девонским. Это свидетельствует в пользу древнего, вероятнее всего вендского возраста кимберлитов, с которыми генетически связаны россыпные алмазы. Таким образом, колчимскую и такатинскую свиты можно считать по-прежнему есть все основания рассматривать в качестве промежуточных коллекторов алмазов.

3. Пользующиеся широким распространением в Красновишерском районе туффизиты и ксенотуффизиты мезозойского и кайнозойского возраста являются производными орендитовой (лейцитовой) ветви лампронтов, изначально не содержащих алмазы. Однако они генетически тесно связаны и со щелочной-ультраосновной магмой, производными которой являются карбонатиты. В этом смысле их пространственная близость с субщелочными эссексит-диабазами и трахибазальтовыми порфиритами может оказаться не случайной. При этом постоянно фиксируются широко проявленные в туффизитах вторичные процессы их метасоматического преобразования. В первую очередь аргиллизация, также свидетельствуют против возможности обнаружения алмазов ромбододекаэдрического или октаэдрического габитуса, образующихся в условиях повышенного давления.

4. Проведенные в последние годы исследования по распространению и особенностям проявления молодого мезо-кайнозойского магматизма могут в дальнейшем привести к обнаружению алмазов на Северном и Южном Урале среди полей туффизитов продуктивных фаций потенциально алмазоносных оливиновых лампронтов.

Исследования выполнены частично за счет гранта Г-53 Минвуза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Джейкс А., Луис Дж., Смит К. Кимберлиты и лампронты Западной Австралии. - М.: Мир, 1989. - 47 с.
2. Каминский Ф.В. Механизм образования кимберлитовой магмы по данным распределения микроэлементов в кимберлитах и в ультраосновных включениях // Мантийные включения и процессы в ультраосновных магм. - Новосибирск: Наука, 1983. - С.62-68.
3. Лазыко Е.Е. Минералы - спутники алмаза и генезис кимберлитовых пород. - М.: Недра, 1979. - 192 с.
4. Лукьянова Л.И., Бельский А.В. Проявление кимберлитового магматизма на Приполярном Урале // Региональная геология и металлогения. - 1987. - № 1. - С. 92-102.
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. О возможных магматических источниках алмазов западного склона Урала // Доордовикская история Урала: Сб. Вып.4. - Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980 (Препринт, с. 39-64).
7. Малахов И.А. Редкие земли в магматических, метасоматических и осадочных породах западного склона Урала // Изв. вузов. Горный журнал. Уральское горное обозрение. - 1995. - № 10-12. - С. 41-50.
8. Руденко А.П., Кулакова И.И., Баладин А.А. Каталитическая активность ионов щелочных металлов в окислительном растворении алмаза // Кинетика и катализ. - 1967. - Том 8, вып. 2. - С. 275-282.

Рыбальченко А.Я., Колобянин В.Я., Лукьянова Л.И. и др. О новом типе коренных источников алмазов // Докл. АН РАН. - 1997. - Том 353, № 1. - С. 90-93.

Рыбальченко Т.М. Петрографическая характеристика алмазоносных магматитов Полодова Кряжа Пермского университета. Вып.4. Геология. - Пермь, 1997. - С.43-52.

Соболев Н.В. Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии // Тр. ИГиГ СО. Вып.183. - Новосибирск: Наука, 1974. - С.264.

6 (470.54) +553.493.45

М.П.Попов

ПОЗДНЕБЕРИЛЛИЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ - НОВЫЙ ВИД ОГРАНОЧНО-КОЛЛЕКЦИОННОГО СЫРЬЯ МАРИИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УРАЛЬСКИЕ ИЗУМРУДНЫЕ КОПИ)

С момента открытия в 1831 г. Уральских Изумрудных копей основными полезными ископаемыми на их территории были изумруд (берилл), александрит. Мариинское месторождение отработывалось на изумруд и берилл. С 1971 г. основным полезным ископаемым стал берилл, идущий на получение металлического Ве. С 1983 г. и по настоящее время на месторождении ведется работа на камнесамоцветное сырье. Основным продуктом является изумруд, а попутно извлекаются берилл, фенакит, александрит, хризоберилл.

По мнению автора работы, в ходе эксплуатации Мариинского месторождения незаслуженно мало привлекается внимание к позднебериллиевой минерализации, которая является потенциальным источником ограниченного сырьевых ресурсов. Она имеет незначительное, по сравнению с основной минерализацией, распространение на Мариинском месторождении. Минерализация может рассматриваться как руда на бериллий только при комплексном использовании ресурсов.

Мариинское (Малышевское) месторождение входит в группу месторождений под общим названием Изумрудные копи Урала. Рудное поле, к которому принадлежит месторождение, находится в восточной экзоконтактовой полосе крупного Адуйского гранитного массива интрузивного типа. Граниты прорывают сложный комплекс метаморфических и интрузивных пород, который включает: амфиболиты и амфиболитовые сланцы, углисто-кремнистые сланцы, кварцевые сланцы, серпентиниты и тальковые сланцы, кварцевые диориты и диоритовые порфириды. Контакт гранитного массива с комплексом метаморфических и интрузивных пород имеет восточное падение под углом 65-80° и осложнен с пологими участками и прогибами. К одному из таких прогибов и приурочено Мариинское месторождение.

Рудное поле локализуется в восточном крыле антиклинальной складки. Главными структурными и рудораспределяющими структурами на месторождении являются тесно связанные между собой зоны разломов и дайки диоритовых порфиридов [4].

Основной комплекс представлен изумрудноносными слюдитовыми и бериллоносными кварцевыми жилами. Слюдиты представляют собой метасоматические зоны, главную ценность которых представляют изумруды при второстепенном значении берилла. Подавляющее большинство жил залегает в тальковых сланцах и на контакте последних с диоритовыми порфиридами, значительно реже - на контакте этих сланцев с другими породами. Слюдитовые рудные жилы являются единственными носителями изумрудов. Окраска их обусловлена, главным образом, присутствием в берилле хрома, заимствованного из вмещающих пород - серпентинитов.