

О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ТИПАХ КИМБЕРЛИТОВ

Лапин А. В., Толстов А. В.***

**Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Москва, lapin@imgre.ru*

***Ботуобинская геолого-разведочная экспедиция А/К АЛРОСА, Мирный, a.tolstov@bgre.alrosa-mir.ru*

Проведенная в последние годы ревизия структуры семейства кимберлитов и конвергентных пород позволила в рамках естественного формационного ряда соотнести алмазоносные кимберлиты или кимберлиты “*sensu stricto*” с близкими по составу неалмазоносными и убого алмазоносными породами других формационно-минерагенических типов (кимпикритами и альпикритами), определить индикаторные параметры каждого из членов этого формационного ряда и предложить диагностические диаграммы, позволяющие идентифицировать исследуемые породы с тем или иным формационно-минерагеническим типом [5].

Породы рассматриваемого естественного формационного ряда в систематике кимберлитов и конвергентных с ними пород могут быть противопоставлены другому сообществу или подсемейству, объединяющему оливиновые лампроиты, оранжеиты и более редкие маджганиты. Один из результатов более четкой систематизации семейства кимберлитов и конвергентных с ними пород заключается в том, что это предопределило возможность корректного решения следующей задачи – изучения петрогеохимической неоднородности и внутренней структуры каждого из формационных типов магматитов и прежде всего пород кимберлитовой формации.

Одним из существенных достижений последних лет стало выявление геохимической неоднородности кимберлитов, которая была впервые продемонстрирована при изучении Архангельской провинции [1,4]. Геохимические параметры кимберлитов этой провинции оказались существенно отличными от параметров алмазоносных пород традиционных алмазоносных районов Якутии, которые считаются формационным эталоном алмазоносных кимберлитов. Позднее в связи с открытием алмазоносных кимберлитовых трубок в Средне-Мархинском районе (Накынское поле) геохимическая неоднородность кимберлитов была установлена и внутри самой Якутской алмазоносной провинции [2,6]. Геохимически аномальные кимберлиты недавно выявлены так же в провинции Слейв, Канада [7].

Выявленная геохимическая неоднородность кимберлитов выходит за рамки вариативности геохимических параметров, наблюдаемой обычно в породах одного петрографического типа, и носит фундаментальный, системный характер. Она имеет важное значение для эффективного минерагенического прогнозирования и перспективной оценки щелочных ультраосновных магматитов, поскольку позволяет более точно обозначить параметры потенциально алмазоносных объектов. В то же время решение этой проблемы обеспечивает необходимые условия для создания адекватных петрологических моделей наиболее глубокогенерированных магматических формаций.

Учитывая это, для получения достоверных характеристик геохимически контрастных типов пород проведено сравнительное петрогеохимическое изучение представительных коллекций кимберлитов Средне-Мархинского района и традиционных алмазоносных районов Якутии. Выполнена так же серия анализов алмазоносных кимберлитов Золотицкого поля в Архангельской провинции. Результаты приведены в таблице. Первое, что следует констатировать при анализе полученных результатов – это сходство петрохимических параметров сопоставляемых пород, образующих на петрохимических диагностических диаграммах единую совокупность в поле алмазоносных кимберлитов (рис.1). Существенно иные выводы вытекают из сравнения геохимических параметров пород. По геохимическим параметрам, в частности, по содержаниям высокозарядных редких и радиоактивных элементов (Nb, Ta, Zr, Ce, Th, U), а так же титана породы четко разделяются на 2 группы. На всех диаграммах с участием этих элементов породы 2^{yx} групп образуют обособленные, далеко отстоящий друг от друга поля, что позволяет говорить о существовании 2^{yx} геохимических типов кимберлитов (рис. 2).

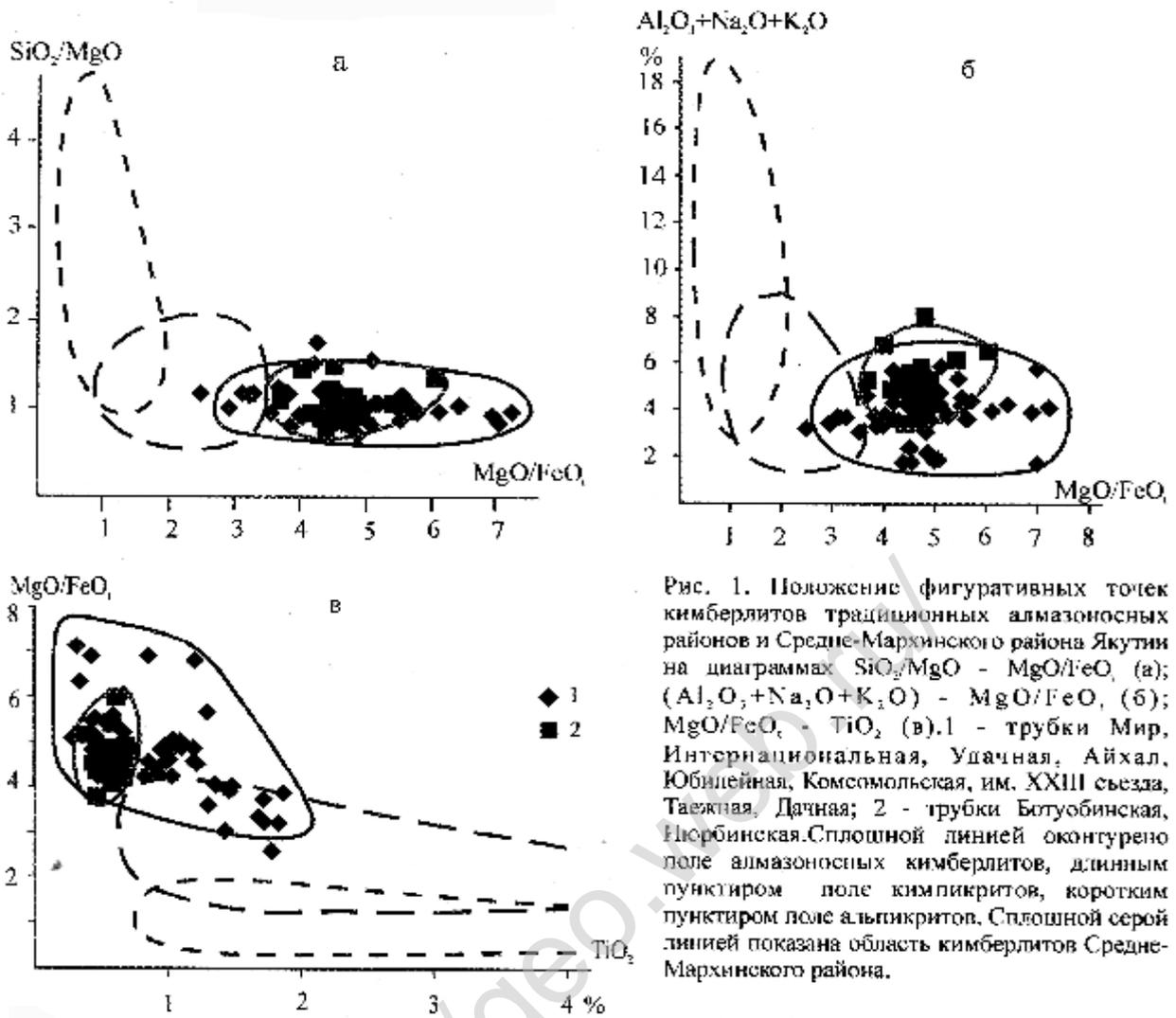


Рис. 1. Положение фигуративных точек кимберлитов традиционных алмазоносных районов и Средне-Мархинского района Якутии на диаграммах SiO_2/MgO - MgO/FeO , (а); $(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ - MgO/FeO , (б); MgO/FeO - TiO_2 , (в). 1 - трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Айхал, Юбилейная, Комсомольская, им. XXIII съезда, Таежная, Дачная; 2 - трубки Ботубинская, Нюрбинская. Сплошной линией околтурено поле алмазоносных кимберлитов, длинным пунктиром поле кимпикритов, коротким пунктиром поле альпикритов. Сплошной серой линией показана область кимберлитов Средне-Мархинского района.

Основной геохимический тип, соответствующий формационному петротипу кимберлитов, представлен породами традиционных алмазоносных районов Якутии – Малоботубинского, Далдыно-Алакитского и Верхне-Мунского. Породы этого типа характеризуются умеренно повышенными содержаниями высоkozарядных редких и радиоактивных элементов.

Таблица. Средние содержания (в ppm) и индикаторные отношения характерных элементов в различных геохимических типах кимберлитов

		Nb	Zr	Ce	Y	U	Th	Sr	Ba	Ti	Zr/Nb	Ce/Y	Th/U
Кимберлиты N типа	Традиционные алмазоносные районы Якутии, трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Айхал, Юбилейная, Комсомольская (91)*	123	129	145	10,65	2,32	10,45	915	703	5627	1,03	13,6	4,50
	Средне-Мархинский район, трубки Ботубинская, Нюрбинская (42)	24,9	75,3	32,65	9,6	0,63	1,46	627	427	3036	3,02	3,4	2,32
Кимберлиты D типа	Золотицкое поле, трубки Ломоносовская, Пионерская, Карпинского 1 и 2 (17)	39,4	100,3	55,07	14,04	0,58	4,13	415	708	5555	2,5	3,9	7,14

*в скобках – количество проб.

С этими породами резко контрастируют кимберлиты Накынского поля в Средне-Мархинского районе, отличающиеся пониженными концентрациями этих элементов и титана. Этот геохимический тип кимберлитов, определяющийся отрицательной аномалией высокочargedных редких и радиоактивных элементов и титана, отличается от основного типа так же более низкими величинами индикаторных отношений Ce/Y , Nb/Zr и Th/U . Кроме кимберлитов Накынского поля подобные характеристики свойственны породам алмазосных трубок Архангельской провинции, а так же кимберлитам района Снэп Лейк провинции Слэйв в Канаде [7].

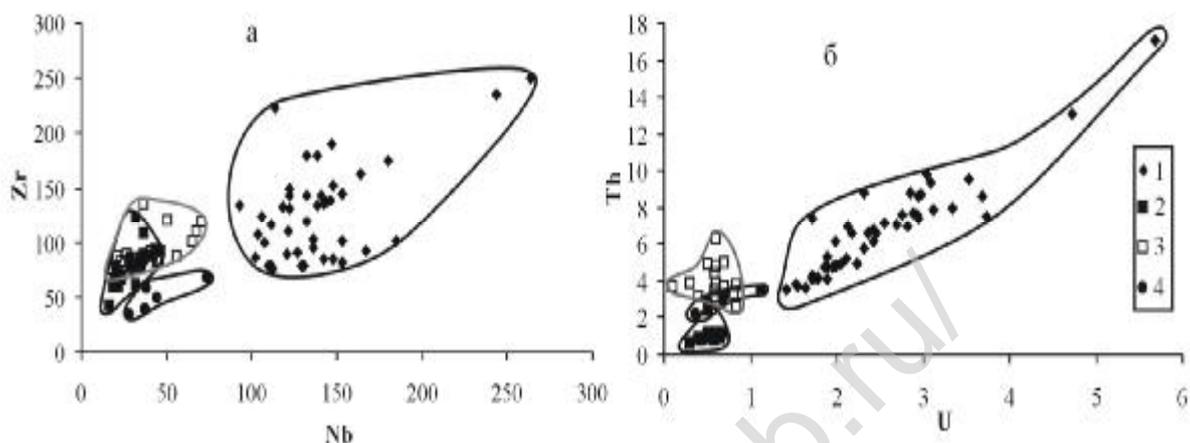


Рис. 2. Зависимость между содержаниями Zr и Nb (а), Th и U (б) в кимберлитах Накынского и Золотицкого полей и традиционных алмазосных районов Якутии. 1 – кимберлиты традиционных алмазосных районов Якутии (трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Айхал, Юбилейная, Комсомольская, им. XXIII съезда, Таежная, Дачная); 2 - кимберлиты Накынского поля Якутии, (трубки Ботуобинская, Нюрбинская); 3 - кимберлиты Золотицкого поля Архангельской провинции (трубки им. Ломоносова, Пионерская, Карпинского) 4 – кимберлиты трубки им. В.Гриба в Верхотинском поле Архангельской провинции.

Геохимические различия двух типов кимберлитов проявляются не только в уровне содержаний в них высокочargedных редких и радиоактивных элементов и их индикаторных отношениях, но, что особенно важно, так же в характере корреляционных связей между элементами (рис.3). Это подчеркивает геохимическую индивидуальность двух типов кимберлитов, системный, фундаментальный характер различий между ними и дает основания для классификационного оформления геохимической типизации пород. В частности, для кимберлитов с умеренно повышенными содержаниями HFS элементов (породы традиционных алмазосных районов Якутии) можно рекомендовать название «кимберлиты N типа», а породы резко обедненные HFS элементами и титаном (кимберлиты Накынского поля в Якутии, Золотицкого поля и трубки им. В.Гриба в Верхотинском поле Архангельского алмазосного района) обозначать как «кимберлиты D типа».

Анализ геохимических различий 2^{yx} типов кимберлитов свидетельствует о том, что эти различия имеют глубокие генетические причины. Из этого анализа следует, что различия 2^{yx} типов кимберлитов касаются только распределения HFS элементов, практически не затрагивая главных компонентов и когерентных элементов-примесей (Cr, Ni, Co и др.). Иначе говоря, они охватывают комплекс элементов, повышенные концентрации которых в мантийном субстрате обусловлены метасоматическим воздействием на него глубинных флюидов. Это обстоятельство ставит под сомнение роль ювенильного метасоматоза в формировании кимберлитов с отрицательной аномалией HFS элементов и титана и их мантийного источника (кимберлиты D типа) и позволяет отдавать предпочтение варианту литосферного субстрата, метасоматизированного под воздействием флюидов, поступающих из субдущированной коры [3]. Это согласуется со специфическим смещением изотопных

отношений стронция и ниодима в кимберлитах D типа, которое свидетельствует о добавлении корового компонента к их литосферному источнику.

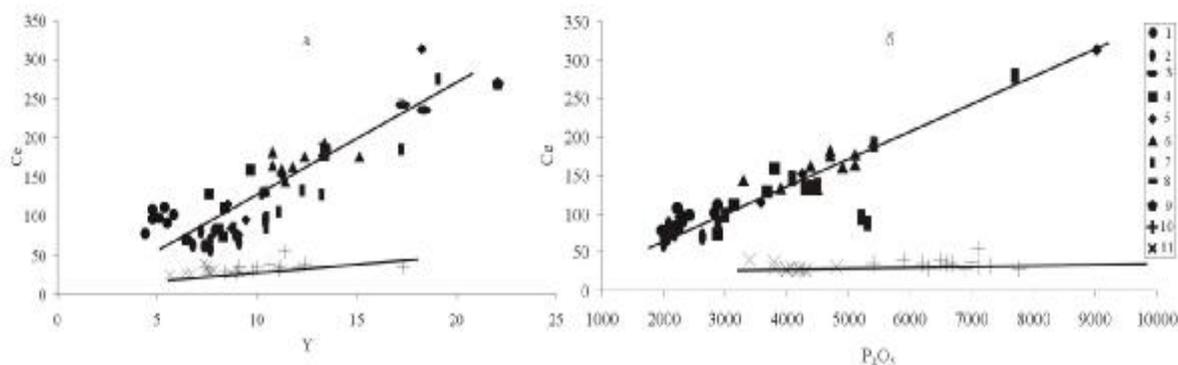


Рис. 3. Зависимость между содержаниями Се и Y (а), а так же Се и P₂O₅ (б) в кимберлитах Средне-Мархинского района и традиционных алмазоносных районов Якутии. 1 – тр. Юбилейная, 2 – тр. Комсомольская, 3 – тр. Дачная, 4 – тр. Удачная, 5 – тр. Айхал, 6 – тр. Интернациональная, 7 – тр. Мир, 8 – тр. им. XXIII съезда, 9 – тр. Таежная, 10 – тр. Ботуобинская, 11 – тр. Нюрбинская.

Индивидуальные особенности корреляционных связей элементов в 2^{yx} геохимических типах кимберлитов отражают различия в их минеральном составе. Наиболее существенными из таких различий являются практически полное отсутствие в кимберлитах D типа ильменита и низкие содержания других минералов-спутников алмаза, различные минеральные формы нахождения р.з.э. в породах двух типов (см. рис. 3) и др. В силу этих особенностей, которые влияют и на физические свойства пород и определяют их низкую магнитную восприимчивость, традиционные методы поисков кимберлитов, применительно к породам D типа часто оказываются не эффективными. Поэтому следует согласиться с Н.П. Похиленко [7] подчеркнувшим необходимость разработки специального прогнозно-поискового комплекса для геохимически аномальных кимберлитов этого типа.

Литература

1. Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия, минералогия). Под ред. О.А.Богатикова. М.:МГУ, 2000. 524 с.
2. Богатиков О.А., Кононова В.А., Голубева Ю.Ю. и др. Петрогеохимические и изотопные вариации состава кимберлитов Якутии и их причины. // Геохимия. 2004. № 9. С. 915-939.
3. Кононова В.А., Голубева Ю.Ю., Богатиков О.А. и др. Геохимическая гетерогенность кимберлитов Якутии: вопросы генезиса и алмазоносность. // Петрология. 2005. Т.13. С.493-509.
4. Латын А.В., Веричев Е.М. Кимберлиты и родственные породы Архангельской алмазоносной провинции и сопредельных территорий: сравнительный петрогеохимический анализ. // Геохимия. 2006. № 8. С. 834-854.
5. Латын А.В., Толстов А.В. Современная структура семейства кимберлитов и конвергентных пород по петрогеохимическим данным. // Прикладная геохимия. 2005. Вып. 7. Т. 2. С. 59-77.
6. Латын А.В., Толстов А.В., Лисицин Д.В. Кимберлиты и конвергентные породы. М.: ИМГРЭ, 2004. 226 с.
7. Похиленко Н.П., Соболев Н.В., Зинчук Н.Н. Аномальные кимберлиты Сибирской платформы и кратона Слейв, Канада, их важнейшие особенности в связи с проблемой прогнозирования и поисков. //Матер. Всерос. Совещания Алмазоносность Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2001. С.19-21.