



РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ КАРЕЛО-КОЛЬСКОГО МЕГАКРАТОНА ПО ТИПАМ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ АЛМАЗОВ

В. Н. Устинов¹, Л. П. Лобкова¹, И. М. Кукуй², М. Г. Анташчук¹, Э. В. Николаева¹

¹Центральный научно-исследовательский геологический институт цветных и благородных металлов, Санкт-Петербург, Россия; ²АК «АЛРОСА», Мирный, Республика Саха (Якутия), Россия

На основе комплексного изучения разновозрастных шлейфов и ореолов рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), развитых в пределах Карело-Кольского мегакратона (субпровинции) и прилегающих территорий, выполнено районирование северо-западной части Восточно-Европейской провинции по типам коренных источников алмазов. Детальные исследования типоморфных особенностей ИМК из разновозрастных полифациальных осадочных толщ показали, что в Карело-Кольской субпровинции шлейфы рассеяния алмазоносных пород сформированы в результате размыва коренных источников различного типа: кимберлитов, лампроитов, глубинных ультраосновных и основных пород, в том числе родственных (лампрофиров, пикритов, коматиитов и т. д.). Центральная часть Карельского кратона, несмотря на проведенное здесь шлиховое опробование, характеризуется отсутствием ИМК, что указывает на низкую вероятность обнаружения здесь коренных алмазоносных пород. Морфогенетический анализ ореолов рассеяния ИМК свидетельствует, что на северо-западе Восточно-Европейской провинции имеются территории, перспективные на выявление коренных источников алмазов. Рекомендации и опыт проведенных исследований могут быть использованы в комплексе алмазопоисковых работ на различных площадях Сибирской платформы.

Ключевые слова: мегакратон, кимберлиты, районирование, ареалы, ореолы рассеяния.

THE KARELIAN-KOLA MEGACRATON ZONING ON TYPES OF DIAMOND PRIMARY SOURCES

V. N. Ustinov¹, L. P. Lobkova¹, I. M. Kukuy², M. G. Antashchuk¹, E. V. Nikolaeva¹

¹Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious metals, Saint-Petersburg, Russia; ²AK ALROSA, Saint-Petersburg, Russia

The zonation of the north-western part of the East-European province on types of diamond primary sources was carried out on the basis of the complex study of trains and haloes of dispersion of kimberlite indicator minerals (KIMs) within the Karelian-Kola megacraton (subprovince). The detailed study of typomorphic features of KIMs from polyfacial sediments has shown that within the Karelian-Kola subprovince, the dispersion trains of diamond-bearing rocks formed as a result of erosion of host rocks of different types: kimberlites, lamproites, deep ultrabasic and basic rocks, including related ones (lamprophyres, picrites, komatiites, etc.). Despite the heavy mineral sampling, the central part of the Karelian craton is characterized by the full absence of KIMs, which indicates low probability of discovery of diamond primary sources there. The morphogenetic analysis of dispersion haloes of KIMs shows the existence of areas promising for discovery of diamond-bearing rocks in the north-western part of the East-European province. The recommendations and the study experience provided can be useful in diamond prospecting at various areas of the Siberian Platform.

Keywords: megacraton, kimberlites, zoning, trains, dispersion haloes.

DOI 10.20403/2078-0575-2017-4-51-61

Карело-Кольский мегакратон охватывает северо-западную часть Восточно-Европейской платформы – Балтийский (Фенноскандинавский) щит и прилегающие территории Русской плиты. Здесь установлено пять эпох проявления алмазоносного кимберлитового и лампроитового магматизма: раннепротерозойская, среднерифейская, позднерифейская, вендская и среднепалеозойская [7, 8]. К настоящему времени в стадии промышленной разработки находятся лишь кимберлитовые тела Зимнебережного района, где располагаются месторождения алмазов им. М. В. Ломоносова и им. В. П. Гриба, в которых содержится 22,4 % общероссийских запасов алмазов.

Комплексный морфогенетический анализ разновозрастных (раннепротерозойских, вендских, среднепалеозойских, позднепалеозойских и четвертичных) ореолов рассеяния индикатор-

ных минералов кимберлитов (ИМК), выполненный с учетом данных предыдущих исследований [2], позволил провести районирование территории Карело-Кольского мегакратона и сопредельных территорий по типам коренных источников алмазов (рис. 1). Результаты морфогенетического анализа приведены в таблице. Ореолы рассеяния характеризуются повышенными содержаниями ИМК относительно фоновых, а вся совокупность кимберлитовых минералов в терригенных коллекторах образует шлейфы или ареалы рассеяния (по В. Н. Устинову [4]).

При районировании на территории субпровинции выделены ареалы рассеяния ИМК, сформированные за счет размыва коренных источников определенного генетического типа. Выделены полиминеральные (пироп-хромдиопсид-пикроильменит-хромшпинелидовая, пироп-хромдиоп-

вывод, что формирование ареалов рассеяния на изучаемой территории происходило за счет размыва: во-первых, кимберлитов; во-вторых, кимберлитов и лампроитов; в-третьих, кимберлитов, лампроитов и родственных пород [4].



Рис. 1. Карта районирования Карело-Кольской субпровинции и сопредельных территорий по типам коренных источников кимберлитовых минералов на основе комплексного изучения терригенных коллекторов алмазов

1–7 – ассоциации ИМК в терригенных коллекторах: 1 – пироповая, 2 – пироп-пикроильменитовая, 3 – пироп-хромшпинелидовая, 4 – хромшпинелидовая, 5 – хромдиопсид-хромшпинелидовая, 6 – пироп-хромдиопсид-хромшпинелидовая, 7 – пироп-хромдиопсид-хромшпинелид-пикроильменитовая (комплексная); 8 – границы распространения минералогических ассоциаций; 9–11 – ореолы рассеяния ИМК в терригенных коллекторах, сформированные за счет размыва коренных источников алмазов определенного типа: 9 – кимберлитового (ЗА – Зареченский, ПЛА – Пулоньский, ЗБА – Зимнебережный, ПА – Прибрежный, ДА – Двинский, МА – Матвеевский, ВА – Ведлозерский, ОА – Оредежский), 10 – кимберлитового и лапроитового (ЦКА – Центрально-Карельский, МоА – Межозерный, ЧА – Чудской), 11 – кимберлитового, лапроитового и родственных пород (ТКА – Топозерско-Кандалакшский, БА – Беломорский, СА – Суйсарский, ЛА – Ладожский, МКА – Мстинско-Кенозерский); 12 – площади, в пределах которых ИМК не установлены; 13 – границы распространения ареалов рассеяния ИМК; 14 – ореолы и их номера (см. таблицу): а – Балтийского щита (№ 1–38), б – области сочленения Балтийского щита и Русской плиты (№ 39–49), в – Русской плиты (№ 50–83); 15 – преобладающий состав ИМК в ореолах (Pilm – пикроильменит, Crsp – хромшпинелид, Prp – пироп, Crdi – хромдиопсид): а – Pilm-Crsp-Crди-Prp, Pilm-Crsp-Prp-Crди, Pilm-Prp-Crsp-Crди; б – Prp; Crsp-Prp; в – Crsp, (Prp)-Crsp, (Crди)-Crsp; г – Prp-Crsp, (Crди)-Prp-Crsp, д – Crди-Crsp, Crsp-Crди, (Prp)-Crди-Crsp, е – Prp-Crди-Crsp; 16 – поля алмазоносных и потенциально алмазоносных магматитов: а – кимберлитов (2 – Терскобережное, D₃-C₁, 3 – Куусамо, PR₃, 4 – Костомукшское, PR₃, 7 – Кумо-Лентира, PR₃, 8 – Заонежское, PR₁); б – лампроитов (1 – Порьегубское, PR₁, 5 – Костомукшское, PR₃); в – коматиитовых метасульфидов (6 – Контокское, AR₃); 17 – Зимнебережный район, D₃-C₁; 18 – крупнейшие структуры кристаллического фундамента: КК – Кольско-Кулойский кратон (архон), БП – Беломорский подвижный метаморфический пояс (архон/протон), ЛП – Лапландский гранулитовый пояс (Главный Беломорский шов) (протон), КР – Карельский кратон (архон), СП – Саво-Ладожско-Рыбинский подвижный метаморфический пояс (протон), СО – Свекофенская подвижная область (протон), ТБ – Тверской блок (архон)

Ореолы рассеяния ИМК Карело-Кольской субпровинции

№ п/п	Ореолы в формах макрорельефа (полиинтегральные)			Вмещающие отложения		Перенос ИМК
	Название	Площадь, км²	Ассоциация ИМК	Возраст	Генетический тип	
Балтийский щит						
1	Колвицкий	750	Prp	Q	a	Н/У
2	Умбинский	850	Prp-Crsp	Q	a	У и Д
3	Варзугский	200	Crsp-Crdi-Prp	Q	a	Н/У
4	Стрельнинский	600	Prp-Crdi-Pilm-Crsp	Q	a	Н/У
5	Пулоньгский	1100	Crdi-Pilm-Crsp-Prp	Q	a	Б и У
6	Сокологерский	2275	Crsp-Crdi-Prp-Pilm, алмазы	Q	l, a, g, fg	Б и У
7	Ярвинский	1250	Crsp	Q	g	Н/У
8	Войницкий	1400	Crsp	Q	g	Б и У
9	Кентогерский	1750	Prp-Crsp, алмазы	Q	g	Б и У
10	Кимасогерский	1300	(Crdi)-Prp-Crsp, алмазы	Q	g	Н/У
11	Тикшогерский	400	Prp-Crsp	Q	g	Н/У
12	Ругогерский	1250	Prp-Crsp	Q	g	Б и У
13	Летнеогерский	225	Prp-Crdi-Crsp	Q	g	Н/У
14	Кучогерский	1250	Prp-Crsp	Q	g	Н/У
15	Лексинский	1650	Prp-Crsp, алмазы	Q	a, g	Н/У
16	Малогуйский	440	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	V ₂ , Q	a, g, fg	У и Д
17	Кожогерский	2200	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	V ₂ , Q	a, g, fg	У и Д
18	Янгорский	845	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	Q	a, g, fg	У и Д
19	Шардогерский	730	Crsp-Crdi-Prp	Q	l, a, g	У и Д
20	Повенецкий	300	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	Q	g	Н/У
21	Вологерский	400	Prp-Crsp, алмазы	Q	g	У и Д
22	Восточно-Заонежский	150	Prp, алмазы	Q	l, m	Н/У
23	Илекский	250	(Crdi)-Prp-Crsp	Q	g	Н/У
24	Пильмасогерский	225	Prp-Crsp	Q	g	Н/У
25	Сухая Водла	200	Prp	Q	g	Н/У
26	Водлогерченский	1000	(Crdi)-Prp-Crsp	Q	g	Н/У
27	Волмукский	250	Prp-Crsp	Q	g	Н/У



Продолжение таблицы

№ п/п	Ореолы в формах макрорельефа (полиинтегральные)			Вмещающие отложения		Перенос ИМК
	Название	Площадь, км ²	Ассоциация ИМК	Возраст	Генетический тип	
28	Мунозерский	300	(Prp)-Crdi-Crsp, алмазы	PR ₁ , Q	g	Н/У
29	Заонежский	600	(Prp)-Crsp, алмазы	Q	g	Б и У
30	Кондопожский	150	Crsp	PR ₁ , Q	g	Б и У
31	Укшозерский	600	(Prp)-Crdi-Crsp, алмазы	Q	g	Б и У
32	Муставарский	250	(Pilm)-Prp	Q	g	Н/У
33	Аноксинский	200	Crsp-Prp	Q	g	Н/У
34	Вяртисильский	1400	(Pilm)-Crsp-Crdi-Prp	Q	g	Д
35	Сортавальский	750	(Crsp)-Prp-Crdi	Q	g	Д
36	Лахденпохский	900	(Pilm)-Crsp-Prp-Crdi, алмазы	Q	g	Д
37	Важинский	200	Prp	Q	g	Д
38	Ладвинский	400	Pilm-Prp	Q	g	Д
<i>Область сочленения Балтийского щита и Русской плиты</i>						
39	Нюхчинский	250	Prp-Crdi-Crsp	Q	g	У
40	Унежемский	225	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	V ₂ , Q	a, g	У
41	Кушерекский	560	(Crdi-Crsp)-Prp	Q	a, g	У
42	Нименьгско-Поньгский	350	(Pilm-Crdi-Crsp)-Prp	Q	a, g	У
43	Игишский	750	(Crsp-Crdi)-Prp	Q	a, g	У и Д
44	Сывтугский	460	(Pilm-Crdi)-Crsp-Prp	Q	g	У и Д
45	Шонокшинский	440	(Pilm)-Prp-Crdi-Crsp	Q	a, fg	У и Д
46	Сомбинский	350	Prp-Crdi-Crsp	C ₁ , Q	a	У и Д
47	Игремский	160	(Prp)-Crsp-Crdi	Q	a	У и Д
48	Икса-Лужминский	1060	Prp-Crdi-Crsp	Q	a	У и Д
49	Ундошский	400	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	Н/У
<i>Русская плита</i>						
50	Мельский	900	Pilm-Crdi-Crsp-Prp	Q	a	У и Д
51	Майдинско-Мегорский	1850	Prp-Crdi-Crsp-Pilm	Q	a	Н/У
52	Нижнезолотицкий	500	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	Н/У
53	Зимнебережный	1600	Prp-Crdi-Crsp-Pilm, алмазы	C _{2ur} , Q	m, a, g, fg	Б и У
54	Соянский	250	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	Н/У
55	Пачугский	250	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	Н/У
56	Кадьский	750	Crdi-Prp-Crsp, алмазы	Q	a	Н/У
57	Юрско-Лодьминский	950	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	Н/У
58	Летнебережный	1000	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	У и Д
59	Солозерский	600	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	У и Д
60	Лайский	400	(Pilm)-Prp	Q	a	У и Д
61	Обокшинский	400	Prp	Q	a	У и Д
62	Орлецо-Часовенский	650	Prp	Q	a	У и Д
63	Чесменско-Лямецкий	900	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	У и Д
64	Унский	750	Crdi-Prp-Crsp	Q	a	У и Д
65	Вонгудский	450	Crdi-Crsp-Prp	V ₂ , C ₂ , Q	a	У и Д
66	Мудьюгский	675	Pilm-Crdi-Prp-Crsp	V ₂ , C ₁ , C ₂ , Q	a	У и Д
67	Кодинский	750	Prp-Crdi-Crsp, алмазы	V ₂ , C ₁ , C ₂ , Q	a	У и Д
68	Ваймужский	450	Prp	Q	a	У и Д
69	Рочева-Добрицкий	700	(Pilm)-Crdi-Prp-Crsp	V ₂ , C ₂ , Q	a	У и Д
70	Телзинский	600	Crdi-Prp-Crsp	C ₁ , Q	a	У и Д
71	Кенозерский	350	Crdi-Crsp	Q	l, a	Н/У
72	Саминский	500	Crdi-Crsp	Q	g	Д
73	Южноонежский	130	Prp-Crsp	D ₃ , Q	m	Д



Окончание таблицы

№ п/п	Ореолы в формах макрорельефа (полиинтегральные)			Вмещающие отложения		Перенос ИМК
	Название	Площадь, км ²	Ассоциация ИМК	Возраст	Генетический тип	
74	Андомский	130	(Prp-Crdi)-Crsp	D ₃ , Q	m, g	Д
75	Подпорожский	320	(Crdi)-Prp-Crsp, алмазы	D ₃ , Q	m, g	Д
76	Свирский	300	Crsp-Crdi	Q	g	Д
77	Водлишко-Мегорский	750	(Prp)-Crdi - Crsp	Q	g	Д
78	Оятьский	800	Crdi-Crsp	D ₃ , Q	m, g	Д
79	Пашский	1050	(Pilm)- Prp-Crdi-Crsp	Q	a, g	Д
80	Мишиногорский	300	Prp-Crsp	D ₂ , D ₃ , Q	m, a	Д
81	Сиверский	275	Prp	D ₂ nr, D ₂ ar, D ₂ br	m	Н/У
82	Лужский	2200	(Crdi)-Prp-Pilm-Crsp, алмазы	D ₃ am, D ₃ gu, Q	m, a	У и Д
83	Мстинский	2200	Pilm-Prp-Crdi-Crsp, алмазы	D ₃ , Q	m, a	Д

Примечания. Генетический тип вмещающих отложений: m – пляжевый (морской), l – пляжевый (озерный), a – аллювиальный, fg – флювиогляциальный, g – моренный; ИМК: Pilm – пикроильменит, Crsp – хромшпинелид, Prp – пироп, Crdi – хромдиопсид, минералы в скобках встречаются в единичных знаках; свиты: nr – наровская, ar – арукюлаская, br – буртниекая, am – аматская, gu – гауйская, ur – урзугская; перенос ИМК: Н/У – не установлен, Б – ближний, У – умеренный, Д – дальний.

Полиминеральная ассоциация ИМК наиболее характерна для большинства кимберлитов, в том числе месторождений алмазов. С предполагаемыми кимберлитовыми коренными источниками связано формирование ареалов рассеяния хромшпинелидов, встречающихся в нижнепротерозойских алмазоносных породах Кимозеро, а с их размытием – образование мономинеральных пироповых шлейфов.

Учитывая специфику некоторых лампроитов и кимберлитов, содержащих ограниченный набор ИМК, биминеральные ореолы пироп-хромшпинелидового состава отнесены к шлейфам, которые могли сформироваться за счет размытия коренных источников как кимберлитового, так и лампроитового типов. К ним почти повсеместно примыкают небольшие по площади ареалы рассеяния кимберлитового типа, образованные пироповой или пироп-пикроильменитовой ассоциациями ИМК.

Ореолы существенно хромшпинелидового, хромдиопсид-хромшпинелидового и пироп-хромдиопсид-хромшпинелидового составов характеризуются неоднозначностью при определении типа первоисточника, поскольку образованы за счет размытия коренных источников кимберлитов, лампроитов и родственных пород.

К шлейфам рассеяния кимберлитов относятся Зареченский, Пулоньский, Зимнебережный, Оредежский (полиминеральная ассоциация), Прибрежный, Ведлозерский, Двинский (пироповая ассоциация) и Матвеевский, отличающийся хромшпинелидовым составом. Они располагаются в краевых частях Карельского и Кольско-Кулойского кратонов и на прилегающих территориях Беломорского пояса и Свекофеннской подвижной области. Вариации в ассоциациях ИМК определяются минерало-

гическими особенностями их первоисточников или степени удаленности от них. В Карело-Кольской субпровинции наиболее перспективны на обнаружение коренных месторождений алмазов площади ареалов, образованные за счет размытия кимберлитов с комплексной ассоциацией ИМК, свойственной большинству крупнейших месторождений мира. Они имеют общие особенности: высокую контрастность, значительную роль пироба в ассоциации с другими кимберлитовыми минералами, отсутствие сортировки, хорошую сохранность ИМК и находки алмазов.

Зареченский ареал содержит весь набор ИМК, представленный пикроильменитами, пиропами, хромдиопсидами и хромшпинелидами. Он характеризуется постепенными изменениями минерального состава от комплексного до пироп-пикроильменитового и пиропового в направлении с северо-запада на юго-восток. Такая смена отражает миграционную способность и абразивную устойчивость кимберлитовых минералов в процессе транспортировки. Особенности морфологии и химического состава ИМК наряду с комплексом палеогеографических, структурно-тектонических и других данных свидетельствуют о существовании на Зареченской площади пока не выявленных алмазоносных кимберлитов среднерифейского – палеозойского возраста.

Зимнебережный и Пулоньский шлейфы рассеяния ИМК располагаются в краевой части Кольско-Кулойского кратона. В пределах Зимнебережного ареала известны полигенные, полихронные информативные ореолы с различной степенью контрастности в нижне-среднекаменноугольных и четвертичных коллекторах. ИМК парагенетически связаны с известными и прогнозируемыми кимберлитовыми телами

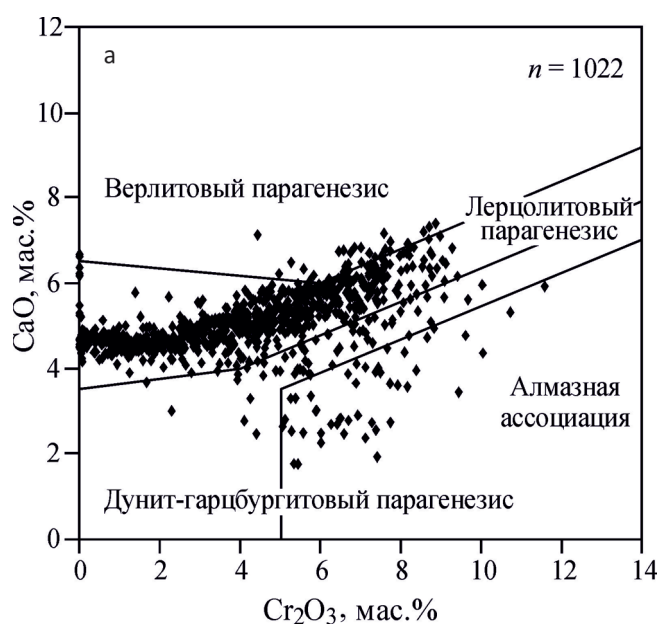


Рис. 2. Особенности составов пиропов в ареалах рассеяния ИМК кимберлитового типа на примере Зареченского ареала; диаграмма Н. В. Соболева [3]

Зимнебережного алмазоносного района. Их минералогические особенности свидетельствуют о многообразии минералого-петрохимических типов пород, характеризующихся различной степенью алмазоносности. В Зимнебережном районе и на прилегающих территориях проявлены две ассоциации ИМК, характерные для месторождений им. В. П. Гриба (хромшпинелид-хромдиопсид-пироп-пикроильменитовая) и им. М. В. Ломоносова (пироп-хромдиопсид-хромшпинелидовая). Ореолы, входящие в состав Пулоньского полиминерального ареала пикроильменит-хромдиопсид-хромшпинелид-пиропового состава, формировались в условиях ближнего и умеренного переноса от коренных источников.

В области раннеархейской стабилизации (Водлозерский домен) Карельского кратона рас-

полагается Заонежское кимберлитовое поле, размыв которого привел к образованию Матвеевского ареала рассеяния хромшпинелидового состава. Хромшпинелиды в терригенных коллекторах характеризуются большим разнообразием состава, чем в выявленных кимберлитах. Кроме них в ареале присутствуют пиропы. Следовательно, существуют прямые признаки наличия других кимберлитовых тел.

Шлейфы рассеяния мономинерального пиропового состава (Прибрежный, Двинский и Ведлозерский), располагающиеся на территории Беломорского подвижного пояса и в южной части Карельского кратона, образованы редкими знаками пиропов, часто сильно изношенных, значительно реже – с низким износом. Вероятно, данная ассоциация образована за счет размыва кимберлитов, удаленных от мест находок пиропов.

Особое место среди шлейфов рассеяния кимберлитового типа занимает Оредежский ареал в пределах Лужской поисковой площади, находящейся в 100 км к югу от Санкт-Петербурга. Он образован полиминеральной ассоциацией ИМК, содержащей пиропы, пикроильмениты, хромшпинелиды, хромдиопсиды и алмазы. Оредежский ареал включает контрастные полихронные ореолы в разнофациальных отложениях среднего, верхнего девона и в четвертичных образованиях. ИМК представляют собой парастерезис, образованный за счет разноудаленных и разновозрастных кимберлитов. Дореднепалеозойские источники в Оредежском ареале представлены сильно изношенными пиропами и алмазами, претерпевшими дальний перенос. Прогнозируемые среднедевонские кимберлиты проявляются пикроильменитами III–IV классов износа. Хромшпинелиды по особенностям морфологии и состава являются, вероятно, ложными индикаторами.

Пиропы в ареалах рассеяния ИМК Карело-Кольской субпровинции представлены лерцолито-

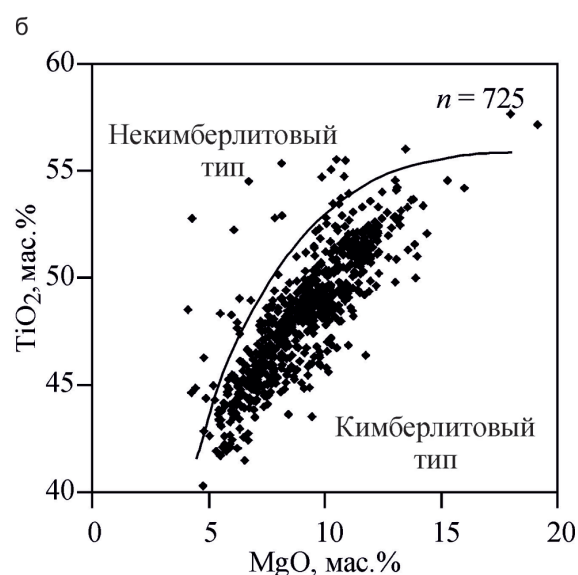
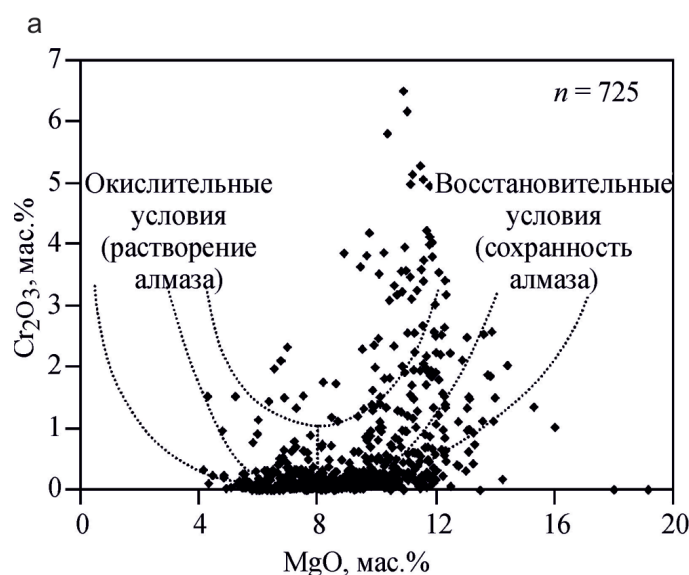


Рис. 3. Особенности составов пикроильменитов в ареалах рассеяния ИМК кимберлитового типа на примере Зареченского ареала. Диаграммы: а – А. Е. Моора и Д. Шульца с параболой С. Хагерти [6, 8]; б – MgO–TiO₂ И. П. Илупина

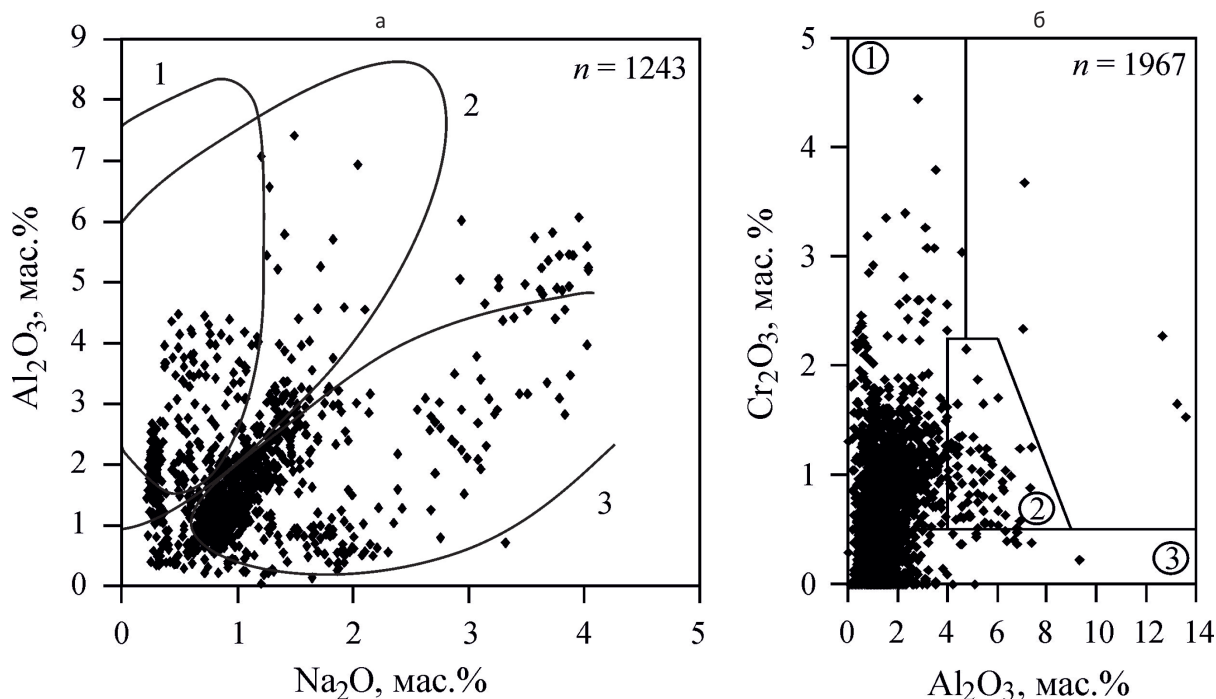


Рис. 4. Особенности составов клинопироксенов в ареалах рассеяния ИМК кимберлитового типа (на примере Зареченского ареала)

Диаграммы: а – И. П. Илупина [1], поля: 1 – хромдиопсиды из ультрамафитов (в том числе вулканических) и хромдиопсиды – вкрапленники в базальтах и андезитах; 2 – хромдиопсиды из глубинных включений (ксенолитов) в щелочных базальтах; 3 – наиболее распространенные хромдиопсиды из кимберлитов; б – Р. Р. Рамсея и И. Л. Томпкинса [7, 9], поля: 1 – гранатовые перидотиты, 2 – шпинелевые перидотиты, 3 – клинопироксены неясного генезиса

выми разновидностями во всем их объеме, а также верлитовым, дунит-гарцбургитовым и эклогитовым парагенезисами. В переменных количествах присутствуют пиропы алмазной ассоциации по Н. В. Соболеву (рис. 2). Пикроильмениты характеризуются варьирующими концентрациями Cr_2O_3 и MgO , присутствием низкохромовых разновидностей в широком диапазоне содержания MgO , присутствием зерен, имеющих положительную корреляцию хрома с магнием, что типично для алмазонасных кимберлитов (рис. 3). В некоторых ареалах преобладают минералы с низким содержанием Cr_2O_3 и MgO , что может указывать на растворение алмазов в мантийном источнике. Встречаются пикроильмениты некимберлитового происхождения.

Клинопироксены имеют полигенную природу, большая часть принадлежит парагенезису гранатовых перидотитов. На их фоне, как правило, отмечается небольшое количество хромдиопсидов кимберлитового типа (рис. 4). Хромшпинелиды на диаграммах составов характеризуются четко проявленным кимберлитовым трендом и наличием зерен алмазной ассоциации в переменных количествах в разных ареалах, отрицательной корреляцией хрома и магния (рис. 5). При анализе составов хромшпинелидов следует иметь в виду, что сгущение точек в области высокожелезистых и низкомагнезиальных составов могут соответствовать крайним частям зональных зерен, как в приведенном примере (см. рис. 5, б, в).

Ареалы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов и лампроитов объединяют биминеральные ассоциации пироп-хромшпинелидового состава. В их состав входят ореолы различной контрастности при существенных вариациях процентного содержания минералов. В пределах Центрально-Карельского ареала располагаются кимберлиты и лампроиты полей Кумо-Лентира и Костомукшского, практически лишенные пиропов. Шлейфы, представленные пироп-хромшпинелидовой ассоциацией, сформированы в результате размыва как рифейских лампроитов, так и неуставленных кимберлитов протерозойского и палеозойского возраста. Судя по составам ИМК, продуктивность прогнозируемых коренных источников, проявленных в терригенных коллекторах ассоциацией пироп-хромшпинелидового состава, будет не ниже, чем кимберлитов, отличающихся комплексной ассоциацией ИМК. По составу пиропы из ареалов рассеяния кимберлитов и лампроитов характеризуются теми же особенностями, что и в шлейфах, образованных за счет размыва кимберлитов. Пиропы представлены лерцолитовым (от низко- до высокохромистых разновидностей), верлитовым, дунит-гарцбургитовым и эклогитовым парагенезисами. Отмечены пиропы алмазной ассоциации и группы G10. Среди хромшпинелидов присутствуют индикаторы кимберлит-лампроитовых других типов пород (рис. 6). Представителей алмазного парагенезиса в ряде случаев может не быть.

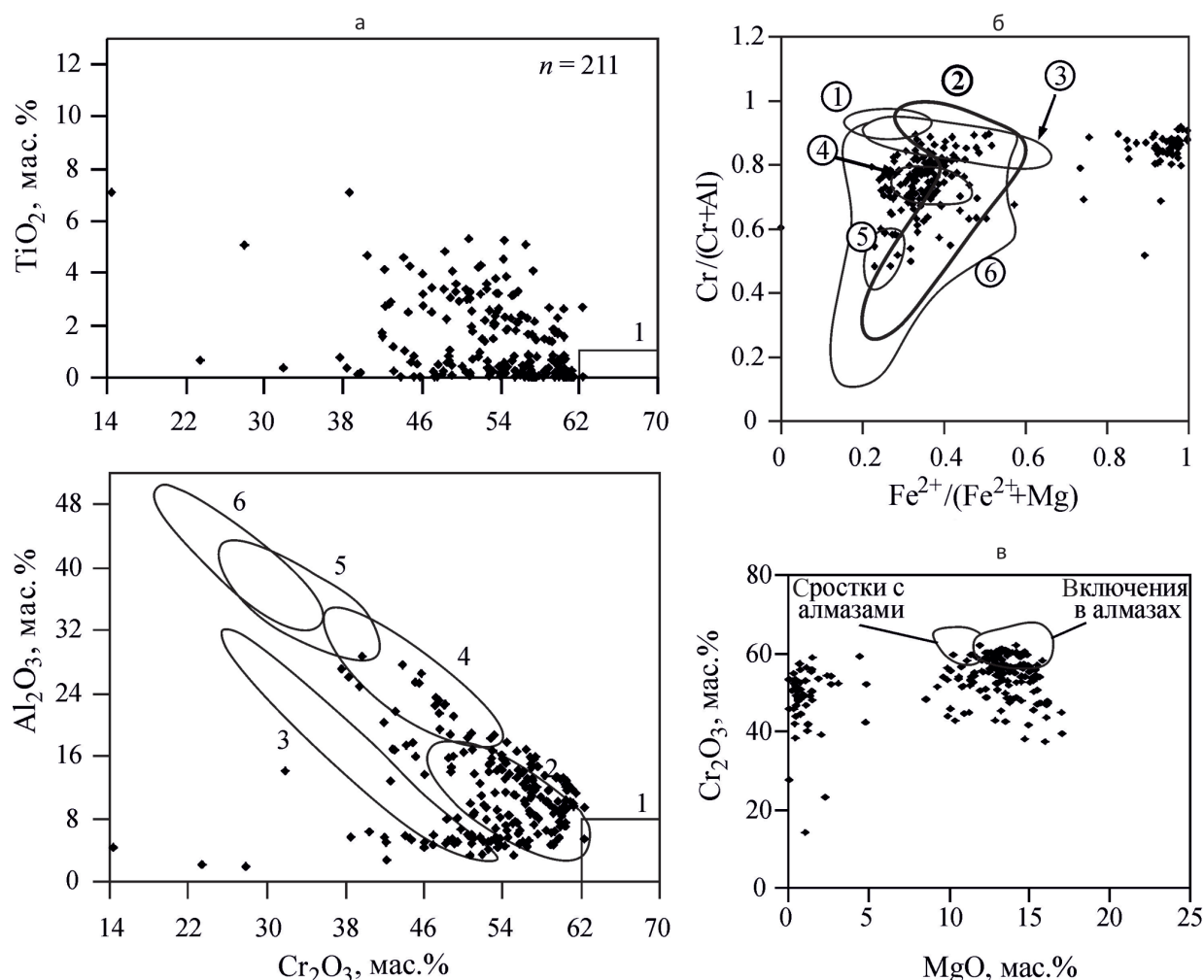


Рис. 5. Особенности составов хромшпинелидов в ареалах рассеяния минералов кимберлитового типа на примере Матвеевского ареала

Диаграммы: а – Н. В. Соболева [3], поля: 1 – алмаз-хромпироповая фация; 2 – коэситовая фация (пироповые перидотиты и хромшпинелевые дуниты и перидотиты); 3–4 – гроспидитовая фация: 3 – пироповые перидотиты, 4 – катаклазированные хромшпинелевые дуниты и перидотиты; 5 – шпинель-пироповая субфация (гранатизированные шпинелевые лерцолиты); 6 – шпинель-пироксеновая фация (шпинелевые лерцолиты и дуниты); б – Р. Х. Митчелла с полями С. Е. Хаггерти [11], поля: 1 – включения в алмазах; 2 – кимберлиты; 3 – меймечиты; 4 – коматииты; 5 – базальты срединно-океанических хребтов; 6 – ксенолиты из кимберлитов; в – К. Б. Смита [10]

Ареалы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов, лампроитов и родственных пород, имеющие существенно хромшпинелидовый, хромдиопсид-хромшпинелидовый, а также пироп-хромдиопсид-хромшпинелидовый составы, характеризуются полигенностью, поэтому сложно определить тип первоисточника. В Карело-Кольской субпровинции они располагаются между шлейфами кимберлитового и кимберлитового и лампроитового типов. На основе морфогенетического анализа ореолов можно предположить, что они сформированы за счет смешивания в коллекторах, оторванных от коренных источников, минералов из пород лампроит-кимберлитового состава и хромдиопсид-хромшпинелидовой ассоциации, поступающей за счет размыва родственных пород, которые развиты в ближайшем геологическом окружении. Следовательно, они характеризуют площади развития лампрофи-

ров, коматиитов, пикритов и т.д. Предполагается их алмазоносность по аналогии с метаультрамафитами Контоки, французской Гвианы и др. Месторождений в подобных породах к настоящему времени не открыто.

Хромшпинелиды из родственных кимберлитам пород отличаются особенностями состава: в целом низкими содержаниями титана, высокими – FeO, узкими пределами колебаний Al_2O_3 и Cr_2O_3 . Не исключено, что часть хромшпинелидов может иметь кимберлитовую природу, однако на диаграммах кимберлитовый тренд не проявлен (рис. 7).

Детальные исследования типоморфных особенностей ИМК из разновозрастных полифациальных осадочных толщ показали, что на территории Карело-Кольской субпровинции шлейфы рассеяния алмазоносных пород сформированы в результате размыва коренных источников различного генетического типа: кимберлитов, лампроитов и глубин-

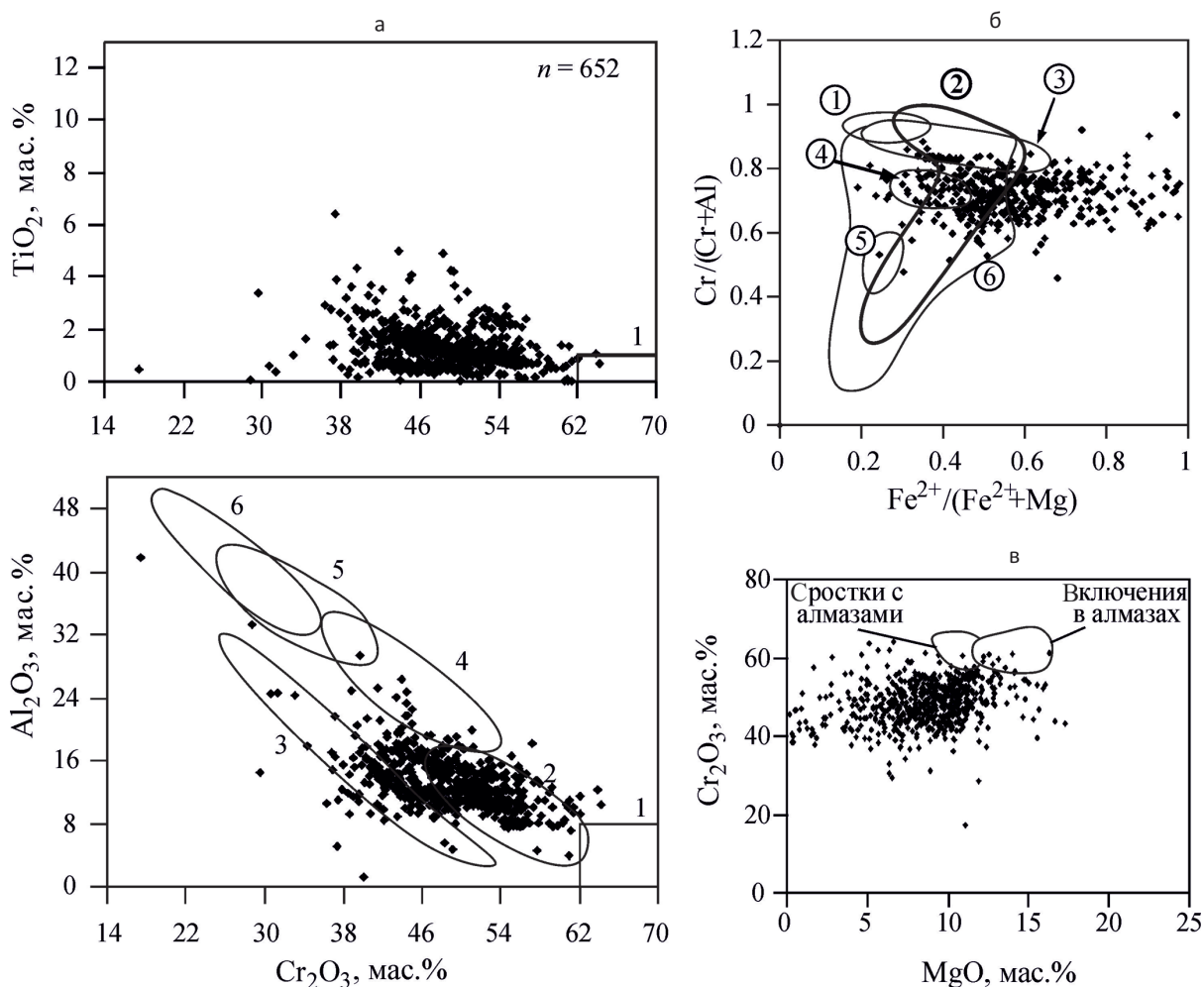


Рис. 6. Особенности составов хромшпинелидов в шлейфах рассеяния минералов кимберлитов и лампроитов на примере Межозерного ареала

Усл. обозн. см. на рис. 4

ных ультраосновных и основных пород, в том числе родственных (лампрофиров, пикритов, коматиитов и т. д.). Центральная часть Карельского кратона, судя по результатам шлихового опробования, характеризуется полным отсутствием ИМК, что свидетельствует о низкой вероятности обнаружения здесь коренных источников. Отрицательный вывод о перспективах коренной алмазоносности подтверждается также комплексом структурно-тектонических предпосылок и особенностями глубинного строения. На основе распределения ареалов рассеяния, образованных за счет размыва коренных пород различного состава, можно реконструировать латеральную зональность их распространения в субпровинции и оценить перспективность площадей их предполагаемого развития. Центральная часть Карельского кратона неперспективна на обнаружение коренных источников алмазов, поскольку ИМК в терригенных коллекторах не выявлены. В краевых частях более вероятно наличие алмазоносных кимберлитов, отличающихся комплексной ассоциацией минералов. По мере приближения к центральным частям кратона увеличивается возможность совместного нахождения лампроитов и кимберлитов с существенно хромшпинелидовой ассоциацией индикаторных

минералов. Шлейфы рассеяния, отвечающие по составу кимберлитам, лампроитам и родственным породам, сформированы за счет совмещения ассоциаций минералов, в различной степени удаленных от первоисточников. В целом такие ареалы соответствуют областям развития лампрофиров, коматиитов и т. д.

Таким образом, судя по набору и составу высокобарических минералов в разновозрастных коллекторах и их распространению на площади, перспективы алмазоносности снижаются от периферических частей Карельского и Кольско-Кулойского кратонов к центральным. Выявленные особенности распространения ареалов рассеяния, образованных за счет размыва коренных пород определенного типа, подтверждаются развитием на площади уже открытых кимберлитовых и лампроитовых тел. Очевидно, что существующая зональность определяется особенностями состава и строения литосферной мантии Карело-Кольского мегакратона, обусловившими наличие алмазоносных корней, тяготеющих к краевым частям входящих в его состав кратонов. Морфогенетический анализ ореолов рассеяния ИМК свидетельствует о существовании не установленных к настоящему времени коренных источни-

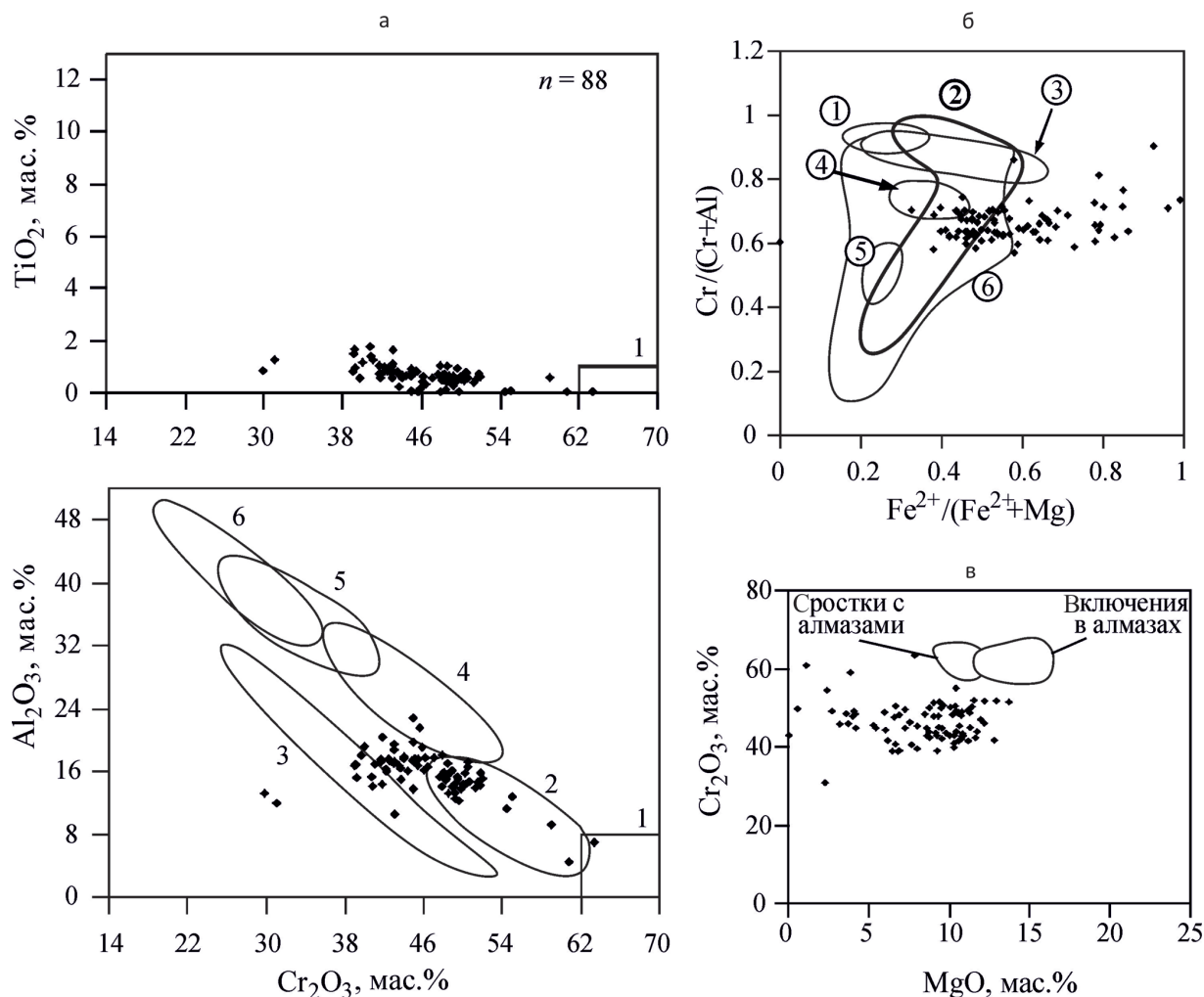


Рис. 7. Особенности составов хромшпинелидов в ореолах рассеяния индикаторных минералов кимберлитов, лампроитов и родственных пород на примере Ладожского ареала

Усл. обозн. см. на рис. 4

ков алмазов в северо-западной части Восточно-Европейской провинции.

Результаты и опыт проведенных исследований могут быть использованы в комплексе геолого-поисковых работ в пределах территорий, перспективных для выявления месторождений алмазов, в том числе и на Сибирской платформе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Илупин И. П.** Новые данные о типоморфизме хромдиопсида из кимберлитов // Природные ассоциации, особенности состава и свойства минералов-спутников алмаза: тр. ЦНИГРИ; вып. 229. – М., 1988. – С. 7–9.
2. **Минералогические** предпосылки алмазоносности республики Карелия / В. И. Ваганов, С. А. Дорофеев, Т. И. Колесникова, Т. Е. Щербакова // Руды и металлы. – 2010. – № 3. – С. 4–14
3. **Соболев Н. В.** Глубинные включения в кимберлитах и проблемы состава верхней мантии. – Новосибирск: Наука, 1974. – 265 с.
4. **Устинов В. Н.** Терригенные коллекторы алмазов Сибирской, Восточно-Европейской и Африканской платформ. – СПб.: Наука, 2015. – 531 с.

5. **Compositions** of garnet and spinel from the Aries diamondiferous kimberlite pipe, Central Kimberley Block, Western Australia – implications for exploration / R. R. Ramsay, D. Edwards, W. R. Taylor, et al. // J. Geochem. – 1994. – Expl. 51. – P. 59–78.

6. **Diamond** prospectivity and indicator mineral chemistry: a Western Australian perspective / C. B. Smith, H. Lucas, A. E. Hall, R. R. Ramsay // Diamond characterization, genesis and exploration: 5th international Kimberlite Conference, Comphania de Pequiza de Recursos Minerais, Spec. Pub. – Brazil, Araxa, 1994. – Vol. 2. – P. 312–318.

7. **Diamond-bearing** kimberlites of northern Europe / V. Ustinov, H. O'Brien, L. Lukianova, P. Peltonen // 9th International Kimberlite Conference. – Frankfurt, Germany, 2008. – 9 IKC-A-00112.

8. **Kimozero**, Karelia: a diamondiferous Palaeoproterozoic metamorphosed volcanoclastic kimberlite / V. V. Ushkov, V. Ustinov, C. B. Smith, et al. // 9th International Kimberlite Conference. – Frankfurt, Germany, 2008. – 9 IKC-A-00199.

9. **Mitchell R. H.** Kimberlites: Mineralogy, Geochemistry and Petrology. – New York; London: Plenum Press, 1986. – 442 p.



10. **Moore A. E.** A model for the origin of ilmenite in kimberlite and diamond: implications for genesis of the discrete nodule (megacryst) suite // *Contrib. Mineral. Petrol.* – 1987. – Vol. 95. – P. 245–253.

11. **Origin** and significance of ilmenite megacrysts and macrocrysts from kimberlite / D. J. Schulze, P. F.N. Anderson, B. C. Hearn Jr., C. M. Hetman // *International Geology Review.* – 1995. – Vol. 37, issue 9. – P. 780–812.

12. **Ramsay R. R., Topkins L.** The geology, heavy mineral concentrate, mineralogy and diamond prospectivity of the Boa Esperanca and Canada Verde pipes, Corrego D'Anta, Minas Gerais, Brazil // *Proc. 5th Intern. Kimb. Conf., Brazil Araxa, CPRM Spec. Publ. 1B.* – Brasilia, 1991. – P. 329–345.

REFERENCES

1. Ilupin I.P. [New data on typomorphism of chrome-diopside from kimberlites]. *Prirodnye assotsiatsii, osobennosti sostava i svoystva mineralov-sputnikov almaza* [Natural associations, composition features, and characteristics of diamond accessory minerals]. TsNIGRI Proceedings, Moscow, issue 229, 1988, pp. 7–9. (In Russ.).

2. Vaganov V.I., Dorofeev S.A., Kolesnikova T.I., Shcherbakova T.E. [Mineralogical preconditions of diamond content of the Republic of Karelia]. *Rudy i metall – Ores and Metals*, 2010, no. 3, pp. 4–14. (In Russ.).

3. Sobolev N. V. *Glubinnye vklucheniya v kimberlitakh i problemy sostava verkhney mantii* [Deep-seated inclusions in kimberlites and composition of the upper mantle]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1974. 264 p. (In Russ.).

4. Ustinov V. N. Terrigennye kollekory almazov Sibirskoy, Vostochno-Evropeyskoy i Afrikanskoy platform [Terrigenous diamond-bearing rocks of the Siberian, East-European and African Platforms]. St. Petersburg, Nauka Publ., 2015. 531 p. (In Russ.).

5. Ramsay R. R., Edwards D., Taylor W. R., et al. Compositions of garnet and spinel from the Aries diamondiferous kimberlite pipe, Central Kimberley Block, Western Australia – implications for exploration. *J. Geochem.*, 1994, expl. 51. pp. 59–78.

6. Smith C.B., Lucas H., Hall A. E., Ramsay R. R. Diamond prospectivity and indicator mineral chemistry: a Western Australian perspective. *Diamond characterization, genesis and exploration: 5th international Kimberlite Conference, Comphania de Pesquisa de Recursos Minerais, Spec. Pub. Brazil, Araxa*, 1994, vol. 2, pp. 312–318.

7. Ustinov V., O'Brien H., Lukianova L., Peltonen P. Diamond-bearing kimberlites of northern Europe. *9th International Kimberlite Conference, Frankfurt, Germany*, 2008. 9 IKC-A-00112.

8. Ushkov V. V., Ustinov V. N., Smith C. B., et al. Kimozero, Karelia: a diamondiferous Palaeoproterozoic metamorphosed volcanoclastic kimberlite. *9th International Kimberlite Conference, Frankfurt, Germany*, 2008. 9 IKC-A-00199.

9. Mitchell R. H. *Kimberlites: Mineralogy, Geochemistry and Petrology*. New York, London, Plenum Press, 1986. 442 p.

10. Moore A.E. A model for the origin of ilmenite in kimberlite and diamond: implications for genesis of the discrete nodule (megacryst) suite. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 1987, vol. 95, pp. 245–253.

11. Schulze D J., Anderson P.F.N., Hearn Jr. B.C., Hetman C. M. Origin and significance of ilmenite megacrysts and macrocrysts from kimberlite. *International Geology Review*, 1995, vol. 37, issue 9, pp. 780–812.

12. Ramsay R.R., Topkins L. The geology, heavy mineral concentrate, mineralogy and diamond prospectivity of the Boa Esperanca and Canada Verde pipes, Corrego D'Anta, Minas Gerais, Brazil. *Proc. 5th Intern. Kimb. Conf., Brazil Araxa, CPRM Spec. Publ. 1B*, Brasilia, 1991, pp. 329–345.

© В. Н. Устинов, Л. П. Лобкова, И. М. Кукуй,
М. Г. Антащук, Э. В. Николаева, 2017