

Б. А. МАЛЬКОВ

КАРБОНАТИТОВЫЕ КИМБЕРЛИТЫ — НОВЫЙ ТИП АЛМАЗОНОСНЫХ ПОРОД

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 3 VI 1974)

Классическое представление о кимберлитах ⁽¹⁾, разделяемое большинством петрографов ⁽²⁻⁵⁾, предполагает существование двух основных петрографических разновидностей — базальтоидной и лампрофировой (сплюснотой). Первая характеризуется высоким содержанием оливина и серпентин-кальцитовым составом мезостазиса с умеренным количеством кальцита. Вторая содержит во вкрапленниках оливин и флогопит и имеет флогопито-кальцитовый мезостазис. Количество кальцита в последней разновидности, как правило, значительно больше, чем в первой.

Вариации состава в обоих типах кимберлитов определяются относительной ролью вкрапленников и мезостазиса ⁽⁶⁾. Уменьшение содержания вкрапленников в тех и других приводит к возрастанию роли мезостазиса, содержащего кальцит, и росту железистости пород, т. е. к проявлению отчетливой карбонатитовой тенденции дифференциации. Можно было ожидать, что в определенных условиях кимберлитовая магла способна порождать алмазоносные карбонатитоподобные дифференциаты ^(6, 7).

Исследования последних лет, проведенные в Якутии ^(8, 9) и в ЮАР ⁽⁷⁾, выявили существование своеобразных алмазоносных пород с высоким содержанием кальцита (20—75 вес. %). Обоснование первично-магматической природы последних позволяет нам выделить новый петрологический (карбонатитовый) тип кимберлитовых пород.

Обычно высокое содержание кальцита в кимберлитах приписывается интенсивным процессам карбонатизации кимберлитов известных типов ^(4, 8, 9). Но значительное количество вкрапленников оливина (или псевдоморфоз по нему) и присутствие в мезостазисе кимберлитов последнего типа лейстовидных выделений кальцита не оставляют сомнений в их магматическом происхождении. Кимберлиты с мезостазисом существенно кальцитового состава встречаются во многих трубках и жилах Мало-Ботуабинского (им. XXIII съезда, Амакинская, Спутник, жила А-21), Алакитского (Мархинская, Коллективная, дайки в районе трубки Айхан) и других полей Якутии (табл. 1, №№ 1—9).

Морфология микролитов и микровкрапленников кальцита неоднократно давала повод для противоречивых суждений об их генезисе. В большинстве случаев их рассматривали как псевдоморфозы по пироксену или мелилиту ^(2, 10, 11), реже как первичную форму магматической кристаллизации кальцита ^(7, 12, 13). Проведенное нами исследование ⁽¹⁴⁾ позволило установить присутствие в микролитах кальцита расплавленных включений, представленных стеклоподобной твердой фазой. Включения гомогенизировались в расплав при температурах 680—750° С. Для сравнения отметим, что расплавленные включения в кальците из карбонатитов гомогенизируются при 640—700° ⁽¹⁵⁾. Полученные температуры можно рассматривать как минимальные температуры кристаллизации первичного мезостазиса кимберлитов.

Одновременно было подтверждено существование в кимберлитах низкотемпературной (гидротермальной) генерации кальцита, газово-жидкие включения в которой гомогенизировались в жидкую фазу при 225—253° ⁽¹⁴⁾.

Химический и нормативный минеральный состав карбонатитовых кимберлитов (вес. %)

Компонент	№ 1	№ 2 (8)	№ 3 (8)	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7 (8)	№ 8 (9)	№ 9	№ 10 (7)	№ 11 (7)	№ 12	№ 13 (7)
SiO ₂	22,50	22,80	23,48	20,03	12,66	6,73	11,06	4,28	6,44	0,52	3,41	31,62	27,93
TiO ₂	0,13	0,60	0,60	1,68	3,25	2,75	0,65	2,10	2,30	0,10	12,23	1,35	2,73
Al ₂ O ₃	1,14	2,30	3,14	2,46	1,91	1,44	1,16	1,82	1,60	0,48	7,81	2,36	4,47
Cr ₂ O ₃	0,11	0,13	0,10	0,10	—	—	0,23	—	—	—	—	0,17	0,08
Fe ₂ O ₃	2,72	2,14	2,16	7,57	3,52	3,41	3,83	4,87	3,13	1,30	19,66	4,78	7,04
FeO	0,79	1,01	1,44	1,01	2,13	1,70	0,46	0,89	1,58	0,61	12,12	4,60	5,12
MnO	0,07	0,15	0,15	0,19	0,17	0,16	0,08	0,15	0,17	0,19	0,43	0,24	0,23
NiO	0,09	—	—	0,05	—	—	0,07	—	—	—	—	0,27	—
MgO	21,33	18,19	20,79	25,90	12,74	6,22	7,88	5,80	5,63	8,87	11,93	34,16	25,42
CaO	23,27	25,05	21,16	15,16	30,98	40,99	37,76	38,60	41,90	44,07	17,15	8,06	10,01
K ₂ O	0,17	0,27	0,68	0,46	0,05	0,05	0,34	0,28	0,24	—	0,09	0,66	1,18
Na ₂ O	0,16	0,22	0,27	0,08	0,07	0,03	0,27	0,14	0,13	0,41	0,26	0,12	0,21
SO ₃	0,14	0,72	0,02	—	0,12 ¹	0,06 ¹	0,04 ¹	4,36	—	—	—	—	—
CO ₂	17,60	20,15	17,30	15,73	24,05	31,44	27,91	30,30	33,00	41,24	9,55	5,26	5,61
P ₂ O ₅	0,55	0,34	0,23	1,44	1,02	0,90	0,65	1,20	1,26	1,42	2,42	0,32	1,07
H ₂ O ⁺	7,96 ²	5,76 ²	7,20 ²	7,80	4,81	2,75	4,71 ²	4,32 ²	2,69	0,36	2,34	5,22	7,89
H ₂ O ⁻	1,44	0,40	0,40	1,00	0,82	0,62	1,47	—	0,58	0,03	0,30	1,20	0,68
Сумма	100,17	100,23	99,12	100,66	98,24	99,22	98,55	99,11	100,65	98,60	99,70	100,39	100,44
BaO ³	0,29	—	—	0,23	0,028	0,041	—	—	0,058	—	—	0,065	—
SrO ³	0,076	—	—	0,104	0,083	0,140	—	—	0,270	—	—	0,059	—
f	14,13	14,76	14,76	24,88	30,72	45,10	35,25	49,83	45,55	17,72	72,71	21,54	32,36
Ca ₃ (PO ₄) ₂	1,20	0,74	0,57	3,15	2,23	1,97	1,42	2,63	2,76	3,11	5,30	0,7	2,3
CaCO ₃	40,02	44,00	37,16	24,01	53,14	71,25	63,47	66,34	72,11	75,64	21,72	11,9	12,7
MgCO ₃	—	1,67	2,01	9,91	1,30	0,21	—	2,36	2,47	16,69	—	—	—
(Mg _{0,9} Fe _{0,1}) ₂ SiO ₄	43,19	35,08	39,91	42,86	24,54	12,41	15,95	9,26	9,02	1,27	8,34	60,0	40,7
SiO ₂	4,84	8,40	7,08	2,51	2,63	1,66	4,54	0,50	2,75	—	5,09 ⁴	7,4 ⁵	13,2 ⁵
ΣR ₂ O ₃ , RO	1,67	3,18	3,99	8,83	8,59	8,24	6,29	8,94	7,90	2,70	56,26	13,9	23,1
K ₂ O, Na ₂ O	0,33	0,49	0,95	0,34	0,12	0,08	0,61	0,42	0,37	0,41	0,35	—	—
H ₂ O	9,40 ²	6,16 ²	7,60 ²	8,80	5,63	3,37	6,18	8,68 ²	3,27	0,39	2,64	6,1	8,0 ²
Сумма	100,65	99,72	99,27	100,61	98,24	99,22	98,48	99,13	100,65	100,21	99,70	100,0	100,0

Примечание к табл. 1. Карбонатитовые кимберлиты. Алакитский район: № 1 — трубка Коллективная; № 4 — трубка Мархинская; № 7 — дайки, сопряженные с трубкой Айхал (ср. из 4 ан.). Мало-Ботуобинский район: №№ 2, 3 — трубка им. XXIII съезда, с глубины 65 и 75 м; №№ 5, 6 — жила А-21, с глубины 30,4 и 27,4 м; № 8 — дайка, сопряженная с трубкой Мир (ср. из 4 ан.); № 9 — трубка Амакинская-южная. Район Кимберля, ЮАР: № 10 — богатый кальцитом дифференциат из силла Бенфонтейн; № 11 — магнетито-перовскитовый кумулит из того же силла. Базальтоидные кимберлиты. № 12 — трубка Удачная-восточная, с глубины 210—214 м, Далдынский район. Слюдистые кимберлиты. № 13 — дайка Роберт, Васутоленд (ЮАР). Анализы №№ 4, 5, 6, 9, 12 выполнены Н. А. Мальковой. ¹ Содержание серы. ² Потери при прокаливании. ³ Спектральный количественный анализ. ⁴ Нормативный перовскит. ⁵ Нормативный флогопит.

Роль вторичных метасоматических процессов в формировании минерального и химического состава кимберлитов несомненна, но ведущая роль принадлежит процессам магматической кристаллизации. Кимберлитовая маγμα, сформировавшая карбонатитовые кимберлиты, представляла собой специфическую магматическую жидкость, способную формировать не только трубки (им. XXIII съезда, Спутник, Амакинская, Мархинская и др.), но и дайки (в районе трубок Айхал и Мир) и протяженные силлы (7).

Особенностью карбонатитовых кимберлитов является умеренное (10—30 вес. %, редко более) количество вкрапленников оливина и преобладание серпентино-кальцитового мезостазиса, обогащенного тонкозернистым пикроильменитом (или перовскитом) и магнетитом, что находит выражение в высокой железистости ($f=15-55\%$) пород данного типа. Слюда нередко представлена флюитом, а не флогопитом, обычным для слюдяных и базальтоидных кимберлитов. Обычно, а в отдельных случаях обилеи апатит. В незначительном количестве встречаются пироп и хромшпиннелиды.

Преобладающим компонентом мезостазиса является кальцит (до 50—70 вес. % в породе). Лейстовидные микролиты последнего располагаются беспорядочно или обнаруживают предпочтительную (флюидальную) ориентировку. Микролиты имеют 0,15—1,0 мм в длину при 0,02—0,1 мм в ши-

рину, т. е. они значительно крупнее тех, которые удается иногда наблюдать в мезостазисе базальтоидных кимберлитов. В промежутках между микролитами находится микрозернистый серпентин-кальцитовый агрегат, напоминающий измененное стекло.

Широкие вариации химического состава карбонатитовых кимберлитов объясняются процессами кинетической и гравитационной дифференциации, приводящей к раздельной аккумуляции различных минеральных фаз и возникновению оливин-магнетит-перовскитовых, магнетит-перовскитовых кумулятов и к обособлению мезостазисального карбонатитоподобного флюида в самостоятельную анхимономинеральную кальцитовую породу (табл. 1, №№ 10, 11). Подобные дифференциации встречаются в кимберлитовых дайках, жилах и силлах Якутии и Африки. Для последних, в отличие от диатрем, характерны редкость или отсутствие ксенолитов вмещающих и глубинных пород, таких как эклогиты и лерцолиты. Относительно редки мегакристы граната и пикроильменита, что объясняется их седиментацией на путях движения магмы по магмоподводящим каналам.

Типоморфной особенностью алмазов в карбонатитовых кимберлитах являются существенная роль или преобладание кристаллов ромбододекаэдрического габитуса⁽¹⁶⁾, свидетельствующих, как показано экспериментами по их синтезу, о кристаллизации алмазов в условиях пониженных термодинамических параметров⁽²⁰⁾.

Термин карбонатитовых кимберлитов появился для обозначения меланократовых карбонатитов (дамкьернитов) из типичных карбонатитовых комплексов — Альфё в Швеции⁽¹⁵⁾, Арбарастах в Якутии⁽¹⁸⁾, не содержащих алмазы. В гораздо большей мере он подходит для рассматриваемых алмазоносных пород. Между алмазоносными карбонатитовыми кимберлитами и дамкьернитами наблюдаются элементы конвергенции. Но отличительной чертой первых является присутствие алмазов, хромшпинелидов, пикроильменита и пироба, что отражает специфические физико-химические условия их образования. Характерной чертой вторых является постоянное присутствие баркевикита, эгирин-авгита, меллилита, частое — нефелина и монтмеллита.

Алмазоносные карбонатитовые кимберлиты представляют самостоятельную и важную в практическом отношении ветвь кимберлитовых пород, достаточно обособленную от двух других — базальтоидной и лампрофировой (табл. 1, №№ 12, 13).

Петрохимическую специфику карбонатитовых кимберлитов — наиболее высокое для кимберлитов содержание магматического кальцита и апатита, низкое содержание слюды, высокую железистость, особенности алмазов и др. — невозможно объяснить их принадлежностью к гипабиссальной фации⁽¹⁹⁾, так как они в равной мере слагают не только дайки и силлы, но и диатремы. Трудно представить их приповерхностными дифференциатами базальтоидного типа кимберлитов⁽⁷⁾.

Наиболее вероятно, что карбонатитовая ветвь кимберлитов является отражением глубинной дифференциации магмы; это подтверждается появлением карбонатитовых кимберлитов в виде наиболее ранних (или наиболее поздних) самостоятельных фаз внедрения в многофазных кимберлитовых комплексах.

Институт геологии Коми филиала
Академии наук СССР
Сыктывкар

Поступило
30 V 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. F. Williams, The Genesis of the Diamond, London, 1932. ² А. П. Бобриневич и др., Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии, 1964. ³ В. А. Милашев и др., Тр. Н.-и. инст. геол. Арктики, т. 126 (1963). ⁴ Е. В. Францесон, Петрология кимберлитов, 1968. ⁵ Б. М. Владимиров, М. М. Одинцов, В кн.: Геология и геофизика Вост. Сибири, № 2, 1971. ⁶ Б. А. Мальков, ДАН, т. 212, № 4 (1973).

⁷ J. B. Dawson, J. B. Hawthorne, J. Geol. Soc., v. 129, № 1 (1973). ⁸ В. Н. Щукин и др., ДАН, т. 177, № 1 (1967). ⁹ А. Д. Харькив и др., ДАН, т. 209, № 6 (1973). ¹⁰ В. А. Милашев, Тр. Н.-п. инст. геол. Арктики, т. 139 (1965). ¹¹ В. А. Милашев, Ю. И. Голановская, В кн. Кимберлитовый вулканизм и перспективы коренной алмазоносности северо-востока Сибирской платформы, Л., 1971. ¹² Б. А. Мальков, ДАН, т. 206, № 4 (1972). ¹³ В. К. Маршинцев, В кн. Магматические породы и эндогенные месторождения Якутии, Якутск, 1967. ¹⁴ Б. А. Мальков, Г. Н. Боболович, В кн.: Тез. докл. 4-го регион. совещ. по термобарогеохимии процессов минералообразования, Ростов, 1973. ¹⁵ Б. П. Романчев, Геохимия, № 2 (1972). ¹⁶ В. П. Афанасьев и др., ДАН, т. 214, № 2 (1974). ¹⁷ H. von Eskermann, Ark. Mineral Geol., B. 3, № 12 (1963). ¹⁸ А. Г. Жабин, ДАН, т. 177, № 3 (1967). ¹⁹ В. К. Маршинцев, В кн.: Геология, петрография и минералогия магматических образований северо-вост. части Сибирской платформы, «Наука» 1970. ²⁰ В. П. Бугузов и др., ДАН, т. 215, № 5 (1974).