

А. Д. ХАРЬКИВ, В. Н. ЩУКИН, Е. И. БОРИС, И. Н. ИВАНОВ

**К ВОПРОСУ ОБ АЛМАЗОНОСНОСТИ КИМБЕРЛИТОВЫХ ПОРОД
ЖИЛЬНОЙ ФАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ КИМБЕРЛИТОВОЙ ЖИЛЫ
А-21 МАЛО-БОТУОБИНСКОГО РАЙОНА, ЯКУТИЯ)**

(Представлено академиком В. С. Соболевым 10 XI 1971)

Сторонники глубинного (мантийного) происхождения алмазов (^{1, 2}) считают, что присутствие алмазов в кимберлитах вряд ли зависит от формы проявления этих пород в земной коре. Исследователи же, обосновывающие гипотезу образования алмазов в промежуточных очагах в процессе мощных взрывов газовой фазы, создававших необходимые термодинамические условия для кристаллизации этого минерала (³), полагают иначе: поскольку в большинстве случаев жильные тела кимберлитов образовались без участия взрывных процессов, то алмазонасность кимберлитов жильной фации исключена. Эта концепция находила подтверждение в том, что алмазы не были обнаружены при опробовании многочисленных кимберлитовых жил северных районов Якутской алмазонасной провинции. Однако следует учитывать, что кимберлиты северных районов провинции характеризуются чрезвычайно убогой алмазонасностью; здесь даже кимберлиты жерловой фации содержат алмазы лишь в редких случаях. В алмазонасных районах центральной части Сибирской платформы. Некоторые кимберлитовые жилы содержат алмазы; алмазонасны также кимберлитовые жилы Гвинеи (⁴).

Одна из алмазонасных жил тяготеет к Западному глубинному разлому, входящему в состав Вилуйско-Мархинской зоны глубинных разломов северо-северо-восточного простирания, и выполняет тектоническую трещину северо-западного направления. Кроме этого тела к зоне Западного разлома приурочены еще четыре кимберлитовые трубки. Все они находятся на удалении 0,2–0,8, иногда 3,5 км от осевой линии глубинного разлома и также располагаются по тектоническим нарушениям северо-западного направления.

Вмещающими жилу породами являются терригенно-карбонатные отложения нижнего ордовика. Кимберлитовое тело полностью перекрыто 5-метровой толщей кластических осадков нижней юры.

Жила имеет в плане чечевицеобразную форму, мощность ее непосредственно под юрскими отложениями — от нескольких сантиметров до 1,5 м, длина 20 м (рис. 1). За пределами жильного тела по направлению его простирания вскрыта маломощная зона дробления вмещающих пород. В 3 м от поверхности пород нижнего ордовика мощность жилы уменьшается до 0,2 м, ниже она несколько расширяется и на глубине 25 м достигает 8 м. Общее простирание кимберлитового тела СЗ 350–355°, падение довольно пологое — угол падения около 45°, но с глубиной (30–90 м) увеличивается до 80°, азимут простирания становится равным СЗ 340°, мощность тела здесь не превышает 3 м, а в интервале 110–120 м уменьшается до 1,5 м.

Непосредственно под перекрывающими отложениями горными выработками вскрыта кора выветривания кимберлитов мощностью 3–4 м. Породы характеризуется значительной плотностью, массивностью (уплотненные продукты коры выветривания) и состоит из вкрапленников пикроиль-

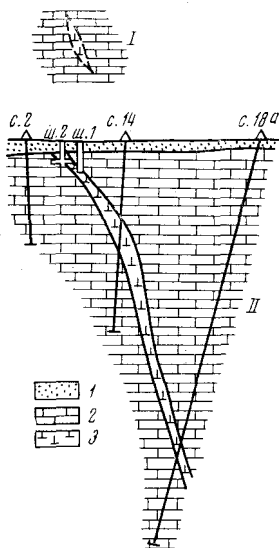


Рис. 1. Кимберлитовая жила А-21, I — в плане (покров нижнеюрских отложений снят), II — в разрезе. 1 — отложения нижней юры, 2 — породы нижнего ордовика, 3 — кимберлитовые породы

ных проб обычными методами. Наиболее крупные выделения пикроильменита не превышают 3 мм. Химический состав пикроильменита следующий (вес. %): SiO_2 сл.; TiO_2 44,76; Al_2O_3 1,04; Cr_2O_3 0,88; Fe_2O_3 21,46; FeO 22,85; MnO 0,19; MgO 8,84; CaO сл., сумма 100,02 (аналитик И. К. Кузнецова, Институт геологии и геофизики Сибирского отделения АН СССР). Кристаллохимическая формула: $\text{Fe}^{2+}_{0,46}\text{Mg}_{0,31}(\text{Fe}^{3+}_{0,23})_{1,00}(\text{TiO}_{0,82}\text{Fe}_{0,17})_{0,99}\text{O}_3$.

Параметры элементарной ячейки пикроильменита размером 1,5 мм равны: $a_0 = 5,052$, $c_0 = 13,72$ Å; размером 0,1–0,2 мм — равны $a_0 = 5,060$, $c_0 = 13,880$ Å. Пикроильменит интенсивно замещается анатазом и рудным минералом.

Содержание пиропа в кимберлите очень низкое: из пробы весом 4,9 кг извлечено 310 зерен пиропа размером 0,2–1,6 мм; преобладающий размер 0,3–0,4 мм. По окраске выделяются две разновидности пиропа: пироп оранжево-красного цвета, $N = 1,740 - 1,744$, $a_0 = 11,467$ Å и пироп фиолетово-красного цвета, $N = 1,752 - 1,772$, $a_0 = 11,503$ Å. Соотношение выше-названных цветовых разновидностей пиропа примерно 7 : 1. Хромшпинели в описываемом кимберлите мало: в пробе весом 4,9 кг обнаружено 178 зерен этого минерала размером 0,25–1,75 мм. Углы и ребра хромшпинели заметно оплавлены, поверхность явно шероховатая, $a_0 = 8,312$ Å.

Характеристика жильных алмазов приводится по данным их изучения из жил Лесной Гвинеи; жильные алмазы Якутии напоминают гвинейские.

Алмазы из кимберлитовых жил своеобразны: резко преобладают кристаллы ромбододекаэдрического габитуса. Более половины составляют округлые алмазы. Большинство кристаллов окрашено. Около половины алмазов представлено сложно деформированными ромбододекаэдрами от дымчатого до коричневого цвета, содержащими многочисленные точечные включения черного цвета. В отдельных жилах Лесной Гвинеи и образовавшихся за их счет россыпях (Фенария) они составляют более 99% всех кристаллов. В то же время в кимберлитовых трубках алмазы этого типа либо отсутствуют вовсе, либо встречаются в ничтожно малых коли-

менита, находящихся в агрегате хлоритизированной слюды и кальцита. Глинистых минералов в выветрелом кимберлите мало.

Кимберлит с более глубоких горизонтов жилы (начиная с 10–15 м) характеризуется высокой механической прочностью, несколько меньшим количеством слюды и повышенной карбонатизацией. Структура породы порфировая. Ксенолиты вмещающих пород встречаются исключительно редко. В кимберлите четко различимы псевдоморфозы кальцита по кристаллам оливина призматической формы размером от 0,1 до 0,7 мм, находящиеся в серпентин-кальцитовой основной массе.

Характерной особенностью жильного кимберлита является повышенное содержание пикроильменита (особенно в коре выветривания), достигающее 4,3%. Химическим анализом в выветрелой зоне кимберлита зафиксировано от 5,58 до 7,87% TiO_2 , что при пересчете на пикроильменит соответствует не менее 10–16% последнего. Такое расхождение в полученных данных можно объяснить тем, что пикроильменит в описываемых кимберлитах исключительно мелкий (размер большинства зерен варьирует от 0,03 до 0,3 мм), поэтому его трудно извлечь полностью из породы при обработке прото-

чествах. Это позволяет с уверенностью предполагать, что для кимберлитовых жил характерны алмазы со специфическими морфологическими особенностями. Их представляется возможным выделить в самостоятельный тип жильных алмазов.

Таблица 1

Химический состав кимберлитовых пород Мало-Ботуобинского района, %

Окисел	Жильный кимберлит							Жила «Мир» ⁸	Трубка «Мир» ⁹	Трубка «Спутник» ¹⁰	Трубка «Ама-кинская — южная» ¹¹	Трубка «Ама-кинская — северная» ¹²	Трубка им. ХХIII съезда КПСС ¹³	Трубка «Тажанная» ¹⁴
	1	2	3	4	5	6	7							
SiO ₂	15,25	9,06	8,99	14,34	14,10	12,15	12,40	4,28	34,63	40,81	10,17	29,04	23,57	37,70
TiO ₂	7,87	5,58	2,75	1,53	3,07	2,54	2,48	2,10	1,39	0,59	1,38	0,84	0,66	1,37
Al ₂ O ₃	7,15	4,88	2,38	1,99	2,40	2,24	2,25	1,82	2,43	4,73	2,73	2,40	2,54	5,76
Cr ₂ O ₃	0,27	0,18	0,02	0,08	0,14	0,13	0,09	опр.	0,12	0,06	0,06	0,14	0,17	0,10
Fe ₂ O ₃	10,68	7,75	5,25	4,69	2,84	1,87	3,66	4,87	5,91	3,29	3,36	3,48	3,60	4,31
FeO	3,40	8,20	1,98	2,19	2,80	2,49	2,36	0,89	2,80	2,07	2,11	3,33	1,18	3,02
MnO	0,54	0,58	0,18	0,14	0,09	0,10	0,13	0,15	0,10	0,08	0,16	0,10	0,12	0,09
NiO	Не определялось				0,03	0,04	0,04	Не	0,12	Не	0,10	0,19	Не	0,06
MgO	9,75	5,79	6,60	11,20	12,90	10,16	10,24	5,80	28,68	15,18	7,39	19,35	20,20	18,70
CaO	20,10	27,58	37,45	32,06	31,25	35,70	34,12	38,60	5,40	11,90	38,00	19,10	22,12	9,45
K ₂ O	0,20	0,25	0,15	0,14	0,65	0,96	0,48	0,28	0,38	1,74	0,39	0,32	0,49	0,57
Na ₂ O	0,14	0,26	0,26	0,22	0,28	0,27	0,26	0,14	0,19	0,64	0,20	0,18	0,21	0,16
SO ₃	0,05	0,24	сл.	0,67	0,43	0,65	0,44	4,36	0,07	Не	0,25	Не	0,21	0,15
CO ₂	17,00	25,52	31,68	26,84	23,92	26,50	27,24	30,30	6,03	То же	26,59	обн.	12,30	7,79
P ₂ O ₅	0,12	0,45	0,90	0,77	0,88	0,76	0,83	1,20	0,23	0,45	0,52	0,82	0,50	0,32
П.п.п.	4,53	2,67	0,55	1,80	3,40	3,04	2,20		4,40	14,72	5,22	8,45	7,03	7,09
H ₂ O	2,35	1,09	0,54	0,95	0,38	0,23	0,52	4,32	7,29	8,25	1,36	Не	0,51	3,25
Сумма	99,40	100,08	99,68	99,63	99,65	99,83	99,74	99,11	100,17	99,51	99,99	100,04	99,61	99,80

Примечание. 1, 2 — кора выветривания кимберлитовых пород с глубин 4 и 5 м; 3, 4, 5, 6 — плотные кимберлитовые породы с глубин 28; 30; 122; 130 м соответственно; 7 — среднее из анализов 3—6; 8 — среднее из 4 анализов (по А. И. Вокнунову); 9 — среднее из 31 анализа; 10 — среднее из 9 анализов; 11 — среднее из 6 анализов; 12 — среднее из 4 анализов; 13 — среднее из 7 анализов; 14 — среднее из 3 анализов. Анализы 1—6 выполнены в Центральной лаборатории Якутского территориального геологического управления, аналитики Н. Д. Тихоньких, Т. И. Фалалеева, Е. И. Шевцова.

Повышенное содержание пикроильменита (особенно его накопление в коре выветривания) и вторичного анатаза — причина высокого содержания в кимберлите TiO₂ (см. табл. 1). Низкое содержание K₂O не увязывается с обилием слюды. Однако если учесть, что слюда в жильном кимберлите исключительно интенсивно хлоритизирована, то причина низкой концентрации калия объяснима: он выносился при хлоритизации флогопита. В кимберлитах с глубины 128—130 м, где довольно часты реликты свежего флогопита, K₂O выше.

Выветрелый кимберлит приповерхностной части тела по химизму отличается от кимберлитов более глубоких горизонтов заметным накоплением TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, FeO, MnO и выносом CaO и CO₂. В свою очередь, кимберлит жилы отличается от кимберлитов трубочной фации повышенным содержанием титана (почти в два раза). По этому признаку, а также по степени карбонатизации он приближается к кимберлиту жилы, сопряженной с трубкой «Мир».

Кимберлит жилы по морфологическому спектру алмазов, по их физическим свойствам, а также по ряду текстурно-структурных особенностей и вещественному составу отличается от кимберлитовых пород жерловой фации районов центральной части Якутской алмазонасной провинции и приближается к кимберлитам периферии платформы. С учетом привлечения данных о синтезе алмазов (5), аномально высокое содержание в жиле алмазов с многочисленными механическими дефектами и неструктурными включениями, а также алмазов округлой формы может быть объяснено кристаллизацией алмаза в условиях пониженных термодина-

мических параметров с их плавным падением в течение какого-то большого отрезка времени. Текстурно-структурные особенности кимберлитов, форма тела свидетельствуют о медленном подъеме (внедрении) небольшой порции кимберлитового расплава без явно выраженных взрывных процессов, т. е. без резкого перепада термодинамических условий, что не расходится с данными синтеза. Специфичный состав первичных минералов, а именно, резкое преобладание минералов титановой ассоциации над хромовой и повышенное содержание в кимберлите слюды и ильменита, также является отражением особых условий кристаллизации, определившихся, по всей вероятности, местом заложения кимберлитового очага в пределах мантийного слоя. Повышенное содержание титана и калия (до момента выноса последнего при изменении флогопита) в кимберлитах жильного тела отражает в некоторой мере состав именно верхних горизонтов мантии, так как, по мнению В. С. Соболева (6), только там можно ожидать значительные концентрации магнезиального биотита. Тесная ассоциация последнего с ильменитом во включениях ильменитовых гипербазитов (нередко с пироповым гранатом), обнаруженных в ряде трубок Якутии (7) и Южной Африки (8), свидетельствует о том, что наиболее вероятными концентраторами ильменита являются именно верхние слои мантии.

Приведенные данные по алмазности кимберлитов жильной фации подтверждают вывод о подкоровых (мантийных) глубинах зарождения алмазов. Можно сделать заключение, что степень алмазности кимберлитовых пород, морфологический спектр алмазов и их качественная характеристика во многом зависят от термодинамических условий кристаллизации, которые в свою очередь в значительной мере определяются глубиной заложения кимберлитовых очагов.

Алмазная лаборатория
Центрального научно-исследовательского
горноразведочного института цветных,
редких и благородных металлов

Поступило
3 XI 1971

Ботубипская комплексная экспедиция
Якутского территориального геологического
управления
г. Мирный

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. С. Соболев, Геология и геофизика, № 1 (1960). ² А. П. Бобреевич и др., Петрография и минералогия кимберлитовых пород Якутии, «Наука», 1964. ³ В. Г. Васильев и др., Происхождение алмазов, 1968. ⁴ И. Т. Розлов, Сов. геол., № 6 (1966). ⁵ Г. Н. Безруков и др., ДАН, 193, № 2 (1970). ⁶ В. С. Соболев, ДАН, 194, № 4 (1970). ⁷ А. П. Бобреевич и др., Матер. по геол. и полезн. ископ. ЯАССР, в. 3 (1960). ⁸ J. V. Dawson, A. M. Reid, Contrib. Mineral. and Petrol., 26, № 4 (1970).