

УДК 552.323.6+550.93

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ КИМБЕРЛИТОВ ЯКУТСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

© 2004 г. А. М. Агашев, Н. П. Похиленко, А. В. Толстов, В. В. Поляничко,
В. Г. Мальковец, академик Н. В. Соболев

Поступило 05.07.2004 г.

В настоящее время в пределах Сибирской платформы выявлено около 30 кимберлитовых полей, из которых 25 составляют Якутскую алмазонную провинцию. Уже в первые два десятилетия после открытия кимберлитов в 1954 г. изучение соотношений кимберлитов и вмещающих пород, фауны в ксенолитах вмещающих пород [1] и сопоставление радиологических датировок разной степени достоверности позволили выделить в общем виде три разновозрастные эпохи внедрения кимберлитов Якутии: среднепалеозойскую (D_3-C_1), триасовую и позднемезозойскую [2]. Причем поля южной части провинции сформировались в среднепалеозойское, большей частью девонское время. Северная часть провинции преимущественно состоит из кимберлитовых полей, сформировавшихся в мезозойскую эру.

Ранние данные изотопного датирования часто показывают несоответствия и широкие интервалы времени внедрения для кимберлитов в пределах даже одного кимберлитового поля. Первые надежные данные по возрасту магматизма основных алмазных месторождений были получены посредством датирования цирконов из кимберлитов U–Pb-методом [3]. Эти данные показывают, что период наиболее активного магматизма алмазонасных кимберлитов для Сибирской платформы в целом относится к палеозойской эре, большей частью к девонскому периоду. Это подтверждается очень близкими возрастными характеристиками таких известных месторождений алмазов, как трубки Мир, Интернациональная, Сытыканская, Юбилейная (обозначенная в [3] как

Фестивальная), охватывающие в целом диапазон значений возраста от 362 до 344 млн. лет, т.е. менее 20 млн. лет. В этой же работе впервые выделено в пределах Якутской провинции не менее пяти этапов активности кимберлитового магматизма, значимо различающихся и четко локализующихся во времени. Общий установленный временной интервал составляет около 300 млн. лет (450–146 млн. лет), а общий период активности непосредственно кимберлитового магматизма – только 65 млн. лет, т.е. около 20% всего интервала времени [3].

В течение последнего десятилетия был разработан высокопрецизионный точечный U/Pb-метод изотопного датирования с использованием ионного микрозонда, который позволяет датировать не только цирконы, но и перовскиты из основной массы кимберлитов [4]. С использованием этого метода получены новые надежные данные о возрасте внедрения кимберлитов Сибири [4, 5]. Эти данные в целом совпадают с ранее определенными эпизодами внедрения кимберлитов, а также уточняют возраст конкретных кимберлитовых трубок.

В настоящем исследовании определен возраст пяти кимберлитовых тел Якутской алмазонасной провинции с помощью Rb–Sr-изохронного метода. Это трубки Нюрбинская и Ботуобинская из недавно открытого Накынского кимберлитового поля, трубка Комсомольская Алаakitского поля, дайка Сербейн Средне-Куонамского поля и трубка Дьянга Куойского поля. Выбор для датирования первых трех тел обусловлен тем, что они являются алмазными месторождениями, не имевшими ко времени исследования надежных датировок, а два остальных тела взяты для того, чтобы уточнить временные границы формирования кимберлитовых полей севера Сибирской платформы.

Средне-Мархинский алмазонасный район, частью которого является Накынное кимберлитовое поле, расположен на востоке Сибирского кратона в междуречье Мархи и Тюнга. Кимберлиты Накынского поля обнаружены в 1994 г. и являются уникальными по своим минералогическим и геохимическим характеристикам, не имея

*Институт минералогии и петрографии
Сибирского отделения Российской Академии наук,
Новосибирск*

*Ботуобинская геолого-разведочная экспедиция,
г. Мирный, Республика Саха (Якутия)*

*Амакинская геолого-разведочная экспедиция,
поч. Айхал, Республика Саха (Якутия)*

*GEMOC ARC National Key Centre, Macquarie University,
Australia*

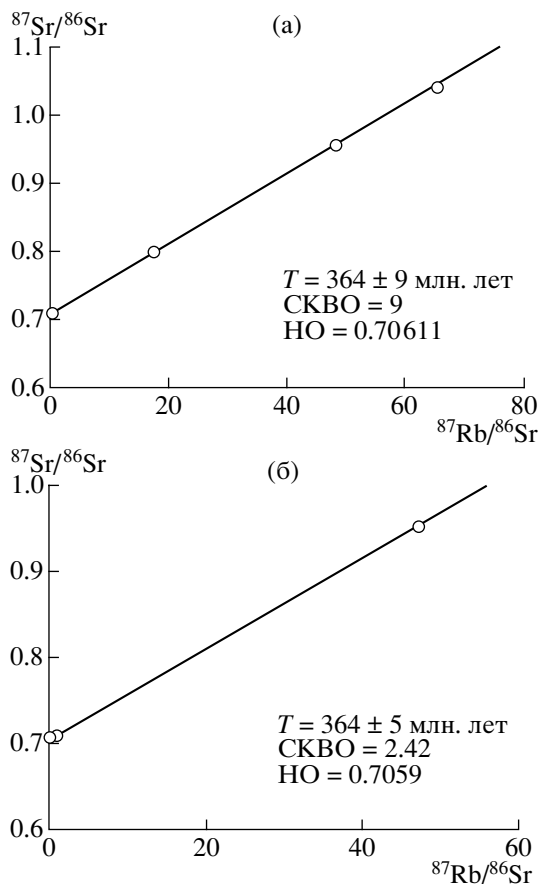


Рис. 1. Rb–Sr-изохронный возраст кимберлитовых трубок Ботубинская (а) и Нюрбинская (б) Накынского поля, Якутия. Здесь и на рис. 2, 3: НО – начальное отношение, рассчитанное на время внедрения кимберлитов.

аналогов среди известных кимберлитовых тел Сибири и Мира [6–8]. Первоначально кимберлитовые тела внедрились в раннепалеозойский терригенно-карбонатный комплекс и позднее были перекрыты терригенными отложениями юрского возраста.

Алакит-Мархинское кимберлитовое поле расположено рядом с Далдынским и вместе с ним составляет Далдино-Алакитский алмазоносный район. Этот район расположен в центральной части Якутской кимберлитовой провинции на широтах Северного полярного круга. Кимберлитовые тела внедрены в раннепалеозойский осадочный чехол и часто перекрыты среднекаменноугольными–верхнепермскими терригенно-осадочными породами, которые залегают с несогласием на раннепалеозойских отложениях. Трубка Комсомольская долгое время являлась резервным месторождением и только в начале 2000-х годов была вовлечена в разработку.

Дайка Сербеян находится в Средне-Куонамском кимберлитовом поле, расположенном в пределах Анабарского кристаллического щита. Породы дайки были диагностированы как кимберлиты [9] на основании присутствия в них высокохромистых пиропов и пикроильменитов. Однако детальное минералогическое изучение пород дайки, проведенное В.Г. Мальковцом, позволило установить, что эти породы являются скорее оливиновыми мелилититами. Возраст дайки Сербеян представляет практический интерес в связи с проблемой происхождения алмазных россыпей Восточного Прианбарья, коренные источники которых до сих пор не выявлены. Так, по одной из существующих точек зрения, коренными источниками этих россыпей могут быть среднепалеозойские кимберлиты Анабарского щита, и дайка Сербеян служила аргументом в пользу наличия последних [9].

Куойское кимберлитовое поле, в состав которого входит трубка Дьянга, расположено в северной части Якутской алмазоносной провинции в нижнем течении р. Оленек. Хотя для серии трубок этого поля и имеются надежные U–Pb-датировки по цирконам [3–5], дополнительный интерес к возрасту кимберлитов Куойского поля также обусловлен проблемой коренных источников для алмазных россыпей Лено-Оленекского междуречья.

Все исследованные кимберлиты содержат свежие и в разной степени измененные фенокристаллы флогопитов, часть которых можно использовать для определения возраста с помощью Rb–Sr-изохронного метода. Для анализа свежие зерна флогопитов коричнево-серебристого цвета были отобраны вручную под бинокулярным микроскопом и их поверхности очищены травлением в 6N HCl в течение 10–15 мин по методике [10]. Анализы состава изотопов Rb и Sr проводились в Университете Хоккайдо (Япония) на масс-спектрометре “Finnigan MAT-262” и с использованием отработанной методики, описанной в [11, 12].

В результате проведенного исследования получены следующие радиологические датировки для перечисленных выше кимберлитовых тел.

Три выборки флогопитов, выделенные из кимберлитов трубки Ботубинская, показали широкий диапазон отношений $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$, варьирующих от 17 до 65, и $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0.798–1.039). Это разнообразие отношений может отражать разнородный состав флогопитов или быть следствием неполного очищения поверхностей зерен от кимберлитовой матрицы во время травления кислотой. В последнем случае изохрона может быть представлена как двухкомпонентная линия смешения между флогопитом и кимберлитовой матрицей. Тем не менее такие линии по данным экспериментов [10, 13] обычно выдают надежную

Таблица 1. Содержание и изотопный состав Rb и Sr в кимберлитах и монофракциях флогопитов, использованных для определения изохронного возраста

Порода/минерал	Rb, ppm	Sr, ppm	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0$
Трубка Нюрбинская, $T = 364$ млн. лет					
222/336Ким	54.01	399	0.3916	0.707931 ± 12	0.705907
N24/16-88Ким	40.62	496.65	0.2366	0.707080 ± 14	0.705857
Nu336Фл	386.28	24.16	47.3583	0.951458 ± 22	0.706672
Трубка Ботуобинская, $T = 364$ млн. лет					
B145Ким	48.54	704.3	0.1994	0.707132 ± 12	0.706101
Флогопит 1	228.75	14.054	48.2303	0.954784 ± 12	0.705491
Флогопит 2	268.94	45.363	17.3049	0.798204 ± 12	0.708758
Флогопит 3	286.28	13.026	65.6516	1.039661 ± 21	0.700321
Трубка Комсомольская, $T = 358$ млн. лет					
Кимберлит	44.04	361.71	0.3548	0.708269 ± 12	0.706465
Флогопит	721.98	12.15	185.403	1.648073 ± 20	0.705558
Дайка Сербьян, $T = 233.5$ млн. лет					
Кимберлит	106.66	899.14	0.3431	0.705875 ± 30	0.704740
Фл 1 + Км	236.86	644.41	1.0634	0.707882 ± 14	0.704362
Флогопит 2	376.55	180.95	6.0375	0.724380 ± 11	0.704404
Флогопит 3	338.84	121.57	8.083	0.731773 ± 10	0.705030
Трубка Дьянга, $T = 157$ млн. лет					
Кимберлит	22.04	258.42	0.24673	0.706014 ± 8	0.705453
Флогопит 1	780.52	39.11	58.4731	0.836856 ± 40	0.704005
Флогопит 2	732.59	30.88	69.6579	0.859845 ± 11	0.701582

Примечание. Ким – кимберлит, Фл – флогопит.

оценку возраста. Изохрона, определенная тремя флогопитовыми фракциями и пробой кимберлита в целом, дает возраст 364 ± 9 млн. лет (СКВО-9) для трубки Ботуобинская (рис. 1а) с начальным отношением изотопов Sr, равным 0.70611. Для определения возраста трубки Нюрбинская были проанализированы одна выборка флогопита, богатая флогопитом тонкозернистая матрица и образец кимберлита в целом. Данные этих анализов дают изохрону с возрастом (364 ± 5 млн. лет) и начальным отношением изотопов Sr, равным 0.7059 (рис. 1б), который идентичен возрасту, полученному для трубки Ботуобинская. Полученные оценки возраста находятся в диапазоне 344–365 млн. лет, ранее определенном для главного эпизода внедрения сибирских алмазоносных кимберлитов [3, 4].

Для определения возраста трубки Комсомольская были проанализированы одна выборка флогопита и образец породы в целом. Флогопит трубки Комсомольская характеризуется очень высоким содержанием Rb по сравнению с флогопитами из других трубок (табл. 1) и, соответственно, очень высоким отношением $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ (185.4). Двухточеч-

ная изохрона флогопит–порода в целом для трубки Комсомольская дает возраст 357 млн. лет (рис. 2), что также соответствует возрасту других кимберлитов Далдыно-Алакитского района и времени

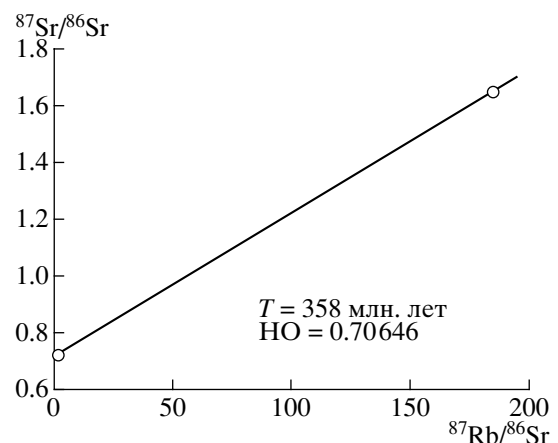


Рис. 2. Rb–Sr-изохронный возраст для кимберлитовой трубки Комсомольская Алакит-Мархинского поля, Якутия.

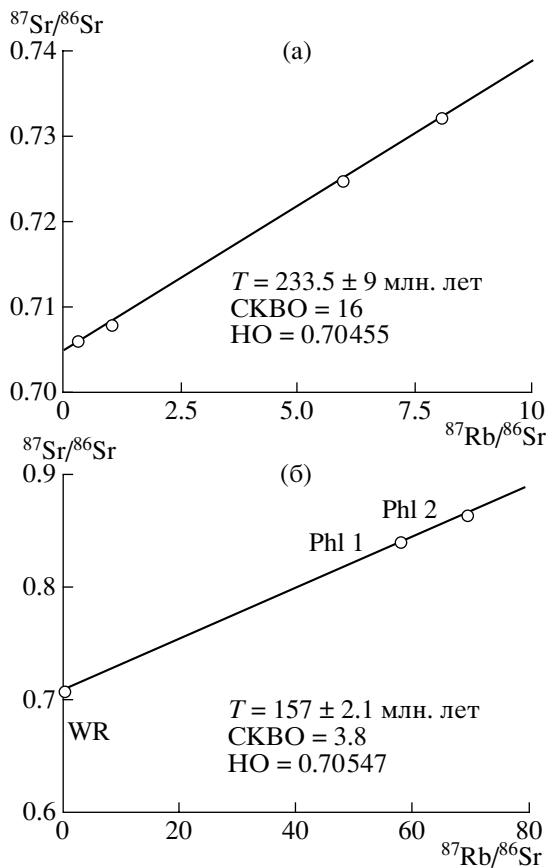


Рис. 3. Rb–Sr-изохронный возраст для дайки Сербейн Средне-Куонамского поля (а) и для кимберлитовой трубки Дьянга Куойского поля (б), Якутия.

формирования главных алмазоносных кимберлитов Сибири.

Для определения возраста дайки Сербейн отобрано и проанализировано три монофракции флогопита и образец породы в целом. Изученные флогопиты по составу отличаются от флогопитов из других кимберлитов Якутской провинции: в частности, они содержат значительно больше Sr и характеризуются низким Rb/Sr-отношением (табл. 1). Полученный возраст для дайки Сербейн составляет 233.5 ± 9 млн. лет (рис. 3а). Он соответствует времени формирования кимберлитовых полей восточного и южного обрамлений Анабарского щита, но существенно отличается от ранее опубликованных данных по возрасту (362 млн. лет) этой дайки [9]. Новые данные лучше согласуются с геологическим положением дайки и с временем активности магматизма кимберлитов и родственных им пород в районе Анабарского щита.

Для датирования трубки Дьянга проанализированы две выборки флогопита и образец породы в целом. Рассчитанный по этим данным изохронный возраст составляет 157 ± 2.1 млн. лет с начальным отношением изотопов Sr, равным

0.70547 (рис. 3б). Полученный возраст внедрения хорошо согласуется с данными определения возраста U–Pb-методом по цирконам для этой же трубки 156 млн. лет [5], а также с датировками 151–156 млн. лет для трубок Муза, Токур, Пятница и Слюдянка [3].

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Возраст кимберлитов недавно открытого Накынского поля соответствует среднепалеозойскому циклу активности кимберлитового магматизма на Сибирской платформе. Данные по Накынскому полю вместе с полученным возрастом для трубки Комсомольская и ранее опубликованными данными [3, 4] являются весомым аргументом, подтверждающим формирование всех промышленно алмазоносных месторождений Якутской провинции в единый среднепалеозойский цикл активности кимберлитового магматизма [3].

По имеющимся к настоящему времени надежным датировкам кимберлитов и родственных им пород Анабарского кристаллического щита и его обрамлений [4, 5] активность кимберлитового магматизма в этом районе ограничена триасовым периодом. Вопрос о возрасте формирования многочисленных кимберлитовых тел Нижне-Оленекского района, в частности Куойского поля, остается открытым. Определенно диагностирован юрский–раннемеловой цикл кимберлитовой активности в этом районе, подтвержденный как находками белемнитов в трубке Обнаженная [1], так и U–Pb-датировками по цирконам [3]. В то же время наличие в районе палеозойских кимберлитов определенно следует из геологических данных. Так, трубка Ивушка перекрыта пермскими отложениями, а в гравелитах и конгломератах раннекарбонного возраста, развитых в регионе, установлены пирроп и алмазы [14], что однозначно указывает на палеозойский возраст их источников. Однако к настоящему времени нет надежных изотопных датировок палеозойских кимберлитов этого региона, что требует применения современных аналитических методов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 04–05–64886).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милашев В.А., Шульгина Н.И. // ДАН. 1959. Т. 126. №. 6. С. 1320–1322.
2. Брахофогель Ф.Ф., Ковальский В.В. // Сов. геология. 1978. № 4. С. 133–139.
3. Дэвис Г.Л., Соболев Н.В., Харьков А.Д. // ДАН. 1980. Т. 254. № 1. С. 175–179.
4. Кинни П.Д., Гриффин Б. Дж., Хеамен Л.М. и др. // Геология и геофизика. 1997. Т. 38/1. С. 91–99.
5. Griffin W.L., Ryan G.G., Kaminsky F.V. et al. // Tectonophysics. 1999. V. 310. P. 1–35.

6. Томишин М.Д., Фомин А.С., Корнилова В.П. и др. // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. С. 1693–1703.
7. Похиленко Н.П., Соболев Н.В., Черный С.Д. и др. // ДАН. 2000. Т. 372. № 3. С. 356–360.
8. Agashev A.M., Watanabe T., Budaev D.A. et al. // Geology. 2001. V. 29. P. 267–270.
9. Мингазов Д.Т., Голота Л.Е., Истомин В.А. // ДАН. 1996. Т. 347. С. 72–76.
10. Brown R.W., Allsop H.L., Bristow J.W. et al. // Chem. Geol. 1989. V. 79. P. 125–136.
11. Orihashi Y., Maeda J. et al. // Geochem. J. 1998. V. 32. P. 205–211.
12. Агашев А.М., Орихашии Ю., Похиленко Н.П. и др. // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 1. С. 90–99.
13. Hegner E., Roddick J.C., Fortier S.M. et al. // Contribs Mineral. and Petrol. 1995. V. 120. P. 212–222.
14. Соболев Н.В., Белик Ю.П., Похиленко Н.П. и др. // Геология и геофизика. 1981. № 2. С. 153–157.