

## ИЗУЧЕНИЕ Lu-Hf И U-Pb СИСТЕМ И ГЕОХИМИИ В ЦИРКОНАХ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ ЯКУТИИ

Агашев А.М.<sup>1</sup>, Червяковская М.В.<sup>2</sup>, Серов И.В.<sup>3</sup>, Толстов А.В.<sup>3</sup>, Вотяков С.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

<sup>3</sup>АК АЛРОСА, г. Мирный

**Цель работы.** Изучение Lu-Hf и U-Pb изотопных систем и геохимии цирконов из разновозрастных кимберлитов Якутской алмазоносной провинции.

**Образцы.** Изучены цирконы из кимберлитовых трубок Мир, Амакинская, Интернациональная Мирнинского кимберлитового поля; трубок Рижанка и Мало-Куонамская Куранахского поля; трубок Хайрыгастах и Дружба Чомурдахского поля.

**Методики.** U-Pb датирование цирконов методом ЛА-ИСП-МС и анализ их Lu-Hf-изотопных систем выполнено в ЦКП УрО РАН «Геоаналитик» на двух масс-спектрометрах – квадрупольном NexION 300S и многоколлекторном Neptune Plus с ЛА-приставкой NWR 213, соответственно; процедура измерения Pb/U-изотопных отношений и алгоритм расчета возраста изложены в [Зайцева и др., 2016, 2017]. Следуя [Giovanardi and Lugli, 2017], расчет изотопных отношений Lu/Hf, Hf/Hf, а также значений  $\epsilon(\text{Hf})$  и модельного возраста выполнен с использованием макроса Excel Hf-INATOR.

**Результаты.** В каждом зерне проведено одно определение U/Pb возраста диаметром кратера 50 мкм, в отдельных зернах проведено изучение Lu/Hf изотопной системы и микроэлементного состава при диаметре кратера 50 мкм. Результаты исследования представлены на рис. 1 и 2.

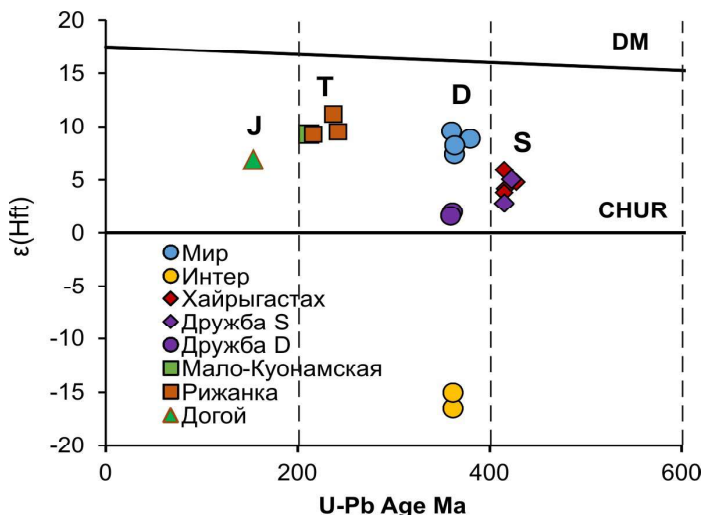


Рис. 1. Конкордантные U-Pb возраста цирконов из кимберлитов трубок Мир, Дружба и Рижанка Якутской алмазоносной провинции

### Мирнинское поле.

**Трубка Мир.** Было изучено 15 цирконов из трубки Мир. Все зерна крупные класса +2мм, цветовая гамма от светло-коричневых к светло-желтым и почти бесцветным.  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  возраст отдельных зерен варьирует в пределах от 345 до 388 миллионов лет (Ma). Конкордантный возраст составляет  $363.5 \pm 4.0$  Ma, что соответствует возрасту кимберлитов этого поля [Дэвис и др., 1980; Agashev et al., 2016]. По результатам изучения Lu/Hf изотопного состава в цирконах тр. Мир получен диапазон модельных возрастов ( $T_{\text{DM}}$ ) от 598 до 685 Ma. Величина  $\epsilon_{\text{Hf}}$ , рассчитанная по U-Pb возрасту, находится в диапазоне 5.6–9.6 единиц.

**Трубка Интернациональная.** Изучено одно зерно циркона из тр. Интернациональная. Конкордантный возраст этого циркона составляет  $365 \pm 17$  Ma. Большая ошибка обусловлена очень низкими содержаниями U и Pb в этом цирконе. Циркон имеет нерадио-генный изотопный состав Hf с отрицательным  $\epsilon_{\text{Hf}}$  (-16.5) и модельным возрастом 1554-1611 Ma.

**Трубка Амакинская.** Конкордантный возраст циркона из тр. Амакинская составляет  $359 \pm 15$  Ma, что соответствует полученным ранее возрастам для этой трубки по рутилу и сфену [Agashev et al., 2016]. Изотопный состав Hf циркона из тр. Амакинская ( $5.6 \epsilon_{\text{Hf}}$ ) аналогичен составу Hf из трубки Мир и имеет модельный возраст 666 Ma.

### Чомурдахское поле.

**Трубка Хайрыгастах.** Изучено 10 зерен циркона из трубки Хайрыгастах, зерна класса +2мм светло-коричневых и желтоватых оттенков.  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  возраст отдельных зерен варьирует в пределах от 397 до 432 Ma. Конкордантный возраст составляет  $418.8 \pm 4.7$  Ma, что подтверждает существование силурийского этапа кимберлитового магматизма на Сибирской платформе. Hf модельный возраст этих цирконов составляет 788-869 Ma, а величина  $\epsilon_{\text{Hf}}$  – 3.8-5.9.

**Трубка Дружба.** Проанализировано 9 зерен цирконов из трубки Дружба. Один циркон имеет  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  возраст 561 Ma, пять зерен циркона имеют возраста в пределах 415-438 Ma (конкордантный возраст составляет  $426 \pm 9.1$  Ma, что соответствует силурийскому этапу кимберлитового магматизма, как и цирконы

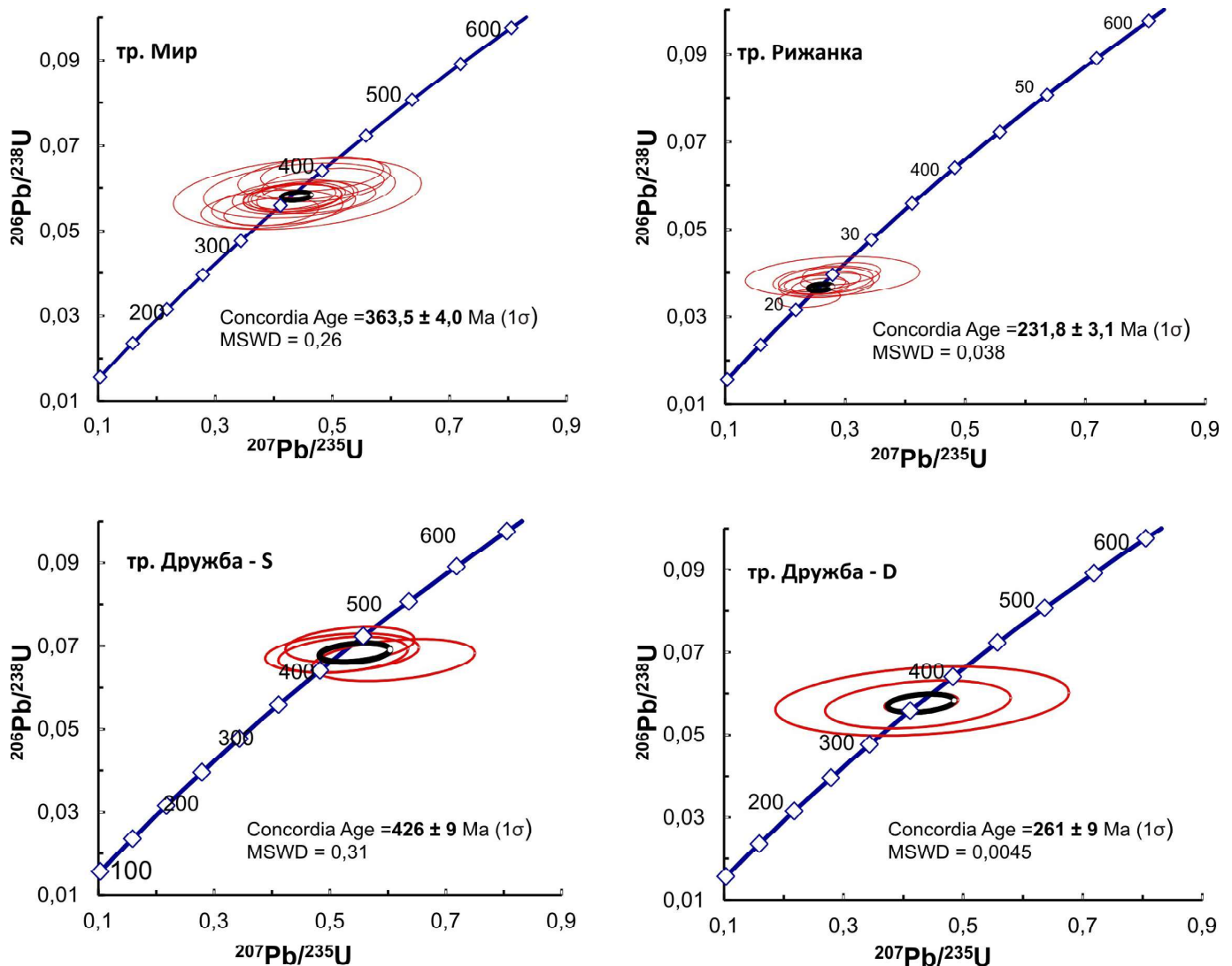


Рис. 2. Соотношения U-Pb возраста и состава Lu-Hf изотопной системы в цирконах из кимберлитов Якутии

тр. Хайрыгастах) и еще 3 зерна показали девонский возраст, в пределах 359-364 Ма (конкордантный возраст составляет  $361 \pm 9.0$  Ма, что соответствует девонскому этапу кимберлитового магматизма). Hf-модельный возраст цирконов тр. Дружба составляет 828-911 млн лет, а величина  $\epsilon_{\text{Hf}}$  – 1.6-5.0.

#### Куранахское поле.

**Трубка Рижанка.** Было изучено 10 зерен цирконов из трубки Рижанка, размер зерен +2 мм.  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  возраст отдельных зерен варьирует в пределах от 216 до 251 Ма. Конкордантный возраст составляет  $231.8 \pm 3.1$  Ма, что соответствует триасовому этапу кимберлитового магматизма. Hf модельный возраст этих цирконов составляет 429-499 Ма, а величина  $\epsilon_{\text{Hf}}$  – 9.3-11.2. Цирконы из тр. Мало –куонамская имеют аналогичные составы изотопов Pb и Hf.

По форме распределения P3Э все изученные цирконы являются мантийными, т.к. имеют типичное для мантийных цирконов распределение P3Э. Они, скорее всего являются частью мегакристной ассоциации,

которая формируется в пред-кимберлитовый этап мантийного метасоматоза, и поэтому дают возраст, соответствующий внедрению кимберлита.

По результатам изучения цирконов из кимберлитов Якутии можно сделать следующие выводы. Состав U-Pb и Lu-Hf изотопных систем в мантийных цирконах указывает на периодическое поступление астеносферного расплава в литосферную мантию, что вскоре приводит к кимберлитовому магматизму. Исключение представляет циркон из трубки Интернациональная, имеющий нерадиоγενный состав изотопов Hf. Этот циркон мог кристаллизоваться из древнего обогащенного материала, либо его U-Pb система была полностью переуравновешена перед внедрением кимберлитов. В Чомурдахском поле зафиксировано два этапа активности кимберлитов, но из одного источника, сформированного в силурийское время и реактивированного в девоне без добавки нового астеносферного материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дэвис Г. Л., Соболев Н.В., Харьков А.Д. // ДАН СССР. 1980. Т. 254. С. 175-179.
2. Зайцева М.В., Вотяков С.Л. К методике анализа Lu-Hf-изотопного состава циркона на исп-масс-спектрометре NEPTUNEPLUS с приставкой для лазерной абляции // Материалы III международной геологической конференции 2017. Екатеринбург. С. 102-104.
3. Зайцева М.В., Пупышев А.А., Шапова Ю.В., Вотяков С.Л. U-Pb датирование цирконов с помощью квадрупольного масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой NexION 300S и приставки для лазерной абляции NWR 213 // Аналитика и контроль. 2016. Т. 20, № 4. С. 294-306 DOI: 10.15826/analitika.2016.20.4.006
4. Agashev A. M., Orihashi Y., Pokhilenko N. P., Serov I. V., Tolstov A. V. and Nakai, S. 20016. Age of Mirny Field Kimberlites (Siberia) and application of Rutile and Titanite for U–Pb dating of kimberlite emplacement by LA-ICP-MS// *Geochemical Journal*, V 50, pp. 431-438
5. Giovanardi T., Lugli F. The Hf-INATOR: A free data reduction spreadsheet for Lu/Hf isotope analysis // *Earth Science Informatics*. 2017. P. 1-7.