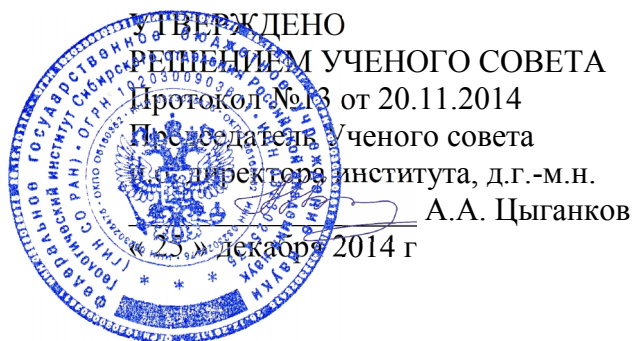


Федеральное агентство научных организаций
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УДК 551.2 (552.3, 552.3, 551.7)

№ госрегистрации 01201266115



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Программа ОНЗ РАН 10: «Геодинамическая эволюция структурно-вещественных комплексов
складчатых поясов Земли в Неогее»

по теме

ОНЗ РАН №10.1. «Палеоокеанические и окраинно-континентальные комплексы в структурах
складчатых поясов: условия формирования и геодинамическая эволюция»

(за 2014)

Руководитель проекта
член-корреспондент РАН

И.В. Гордиенко

Улан-Удэ 2014

РЕФЕРАТ

Отчет 15 с., 1 ч., 8 рис., 22 источника.

ОКЕАНИЧЕСКИЕ И ОСТРОВОДУЖНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, ОКЕАНИЧЕСКАЯ КОРЫ, МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ

Проведены исследования океанических и островодужных комплексов в пределах Монголо-Забайкальского региона Центрально-Азиатского складчатого пояса. Целью проекта является изучение магматизма, проявленного в различных геодинамических обстановках в Монголо-Забайкальском секторе Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов. Изучены фрагменты палеоокеанической коры и позднерифейских островодужных комплексов Келянской островодужной системы Забайкальской части Центрально-Азиатского складчатого пояса.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	7
1.1 Выбор и обоснование направления исследований	7
1.2 Основные результаты исследований по третьему этапу	7
1.2.1 Северное и Западное Забайкалье	7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	13
Список использованной литературы	14

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты

ГОСТ 1.5-93, ГОСТ 2.10-95, ГОСТ 2.111-68, ГОСТ 6.38-90, ГОСТ 7.1-84, ГОСТ 7.9-95 (исо 214-76), ГОСТ 8.417-81, ГОСТ 9327-60

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что территория Забайкалья, Монголии и прилегающих районов Станового хребта на востоке является уникальным регионом развития магматических пород, которые проявились в различных геодинамических обстановках. Для исследования островодужного и субдукционного магматизма в пределах Монголо-Забайкальского региона значительный интерес представляют Центрально-Азиатский и Монголо-Охотский орогенные пояса, возникшие на месте Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанов [Зоненшайн и др., 1976]. За время существования этих океанов в их пределах формировались и исчезали тектонические структуры различной геодинамической природы: энсиматические и энсиалические островные дуги, внутриокеанические вулканические острова (симаунты, гайоты) и рифтовые долины с различной скоростью спрединга, окраинные и внутренние моря, пассивные и активные континентальные окраины западно-тихоокеанского, калифорнийского и андийского типов [Гордиенко, 2006, 2008]. Формирование этих структур сопровождалось и было обусловлено образованием разнообразных магматических и осадочных комплексов в орогенных поясах [Explanatory Note to the Tectonic map of the Northern, Central and Eastern Asia, 2014].

Но магматические образования региона остаются еще слабо изученными как в изотопном, так и в геохимическом отношении. Остаются нерешенными ряд других фундаментальных проблем по эволюции коллизионного и субдукционного магматизма и условий формирования основных типов структур Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского орогенных поясов [Гордиенко, 2014]. Все вышеизложенное и определяет необходимость проведения научно-исследовательских работ третьего этапа по данному проекту.

1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Выбор и обоснование направления исследований

В рамках проекта предусматривается решение ряда конкретных задач, направленных на изучение вещественного состава, возраста, метаморфизма и условий образования магматических проявлений. В соответствии с главной целью проводилось изучение офиолитовых, субдукционных и островодужных (вещественный состав, возраст, источники и закономерности эволюции на основе петролого-геохимических и изотопно-геохронологических данных) и связанных с ними вулканогенно-осадочных образований (литология, геохимия, геодинамическая эволюция) в области сближенного развития Центрально-Азиатского и Монголо-Охотского складчатых поясов.

На первом этапе выполнения проекта были получены новые материалы по составу, возрасту, условиям и последовательности формирования индикаторных офиолитовых и субдукционных комплексов Джидинской островодужной системы Палеоазиатского океана (Северная Монголия, Юго-Западное Забайкалье). На втором этапе изучены фрагменты палеоокеанической коры и островодужных магматических комплексов в Западно-Хэнтэйской и Даурской зонах Палеоазиатского и Монголо-Охотского океанических бассейнов. На третьем этапе было запланировано изучение фрагментов палеоокеанической коры и позднерифейских островодужных комплексов Забайкальской части Центрально-Азиатского складчатого пояса с целью получения новых геологических, петролого-геохимических и изотопно-геохронологических данных по надсубдукционному магматизму и окраинноморскому осадконакоплению позднерифейской Келянской островодужной системы Палеоазиатского океанического бассейна.

1.2. Основные результаты фундаментальных научных исследований по третьему этапу

1.2.1. Северное и Западное Забайкалье

В результате ранее проведенных палеогеодинамических исследований на территории Северного и Западного Забайкалья была выделена средне-позднерифейская Келянская островодужная система в соответствии с рисунками 5 и 6 [Гордиенко, 2006, 2008].

Фрагменты этой крупной вулканической системы были вначале выделены в Северном Забайкалье в бассейне р. Келяна, притока р. Муя [Конников и др., 1994; Цыганков, 2005], затем в Багдаринском районе по р. Усой и в Уакитском прогибе [Некрасов и др., 2007; Гордиенко и др., 2009; Руженцев и др., 2012; Минина, 2014]. В последнее время подобные породы выделены и изучены также в бассейне р. Турки, в пределах Ямбуйского ксенолита рифей-палеозойских осадочно-вулканогенных пород Западного Забайкалья, в которых были обнаружены островодужные риолиты и коматиитовые базальты позднего рифея [Доронина и др., 2013].



Рисунок 1 - Палеогединамическая реконструкция позднебайкальского этапа-800-610 млн лет [Гордиенко, 2006, 2008]

Условные обозначения: 1 – Сибирский кратон; 2 – покровно-складчатые пояса пассивной окраины кратона; 3 – авлакогены; 4 – микроконтиненты и фрагменты микроконтинентов (К – Канский; Г – Гарганский; Муйско-Становой); 5 – коллаж аккрегированных террейнов различной геодинамической природы; 6 – островодужные системы с зонами субдукции, преддуговыми и задуговыми бассейнами и надсубдукционными вулканическими дугами; 7 – предполагаемые зоны спрединга в океанах и окраинных бассейнах; 8 – остаточные морские бассейны на окраине Сибирского континента (а), рифтогенный (внутриплитный) магматизм (б); 9 – разрывные нарушения: сдвиги, сбросы, надвиги.

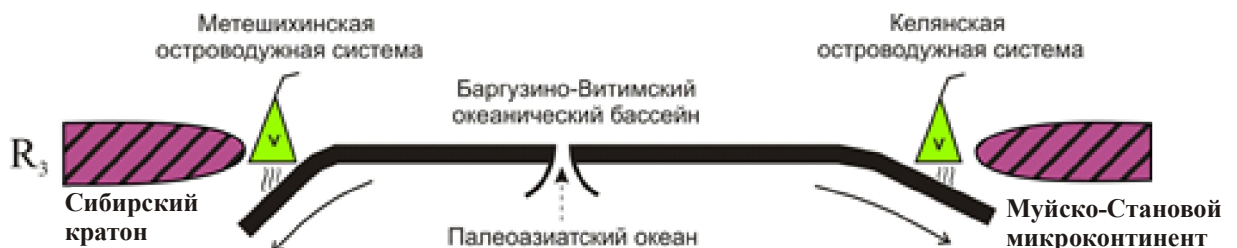


Рисунок 2 - Реконструкция положения Келянской и Метешихинской островодужных систем позднего рифея Забайкалья на окраинах Баргузино-Витимского спредингового бассейна Палеоазиатского океана [Гордиенко и др., 2010]

В бассейне реки Келяна островодужные вулканиды представлены туфами и лавами риолитов, плагиориолитов, андезитов и базальтов известково – щелочной серии, а также бонинитами, габбро и плагиогранитами. Они ассоциируют с породами офиолитовой серии: ультрабазитами, габбро, базальтами E- N-MORB. Офиолиты рассматриваются в качестве фундамента Келянской

островодужной системы энсиматического типа, датируемой средним и поздним рифеем в соответствии с рисунком 7.

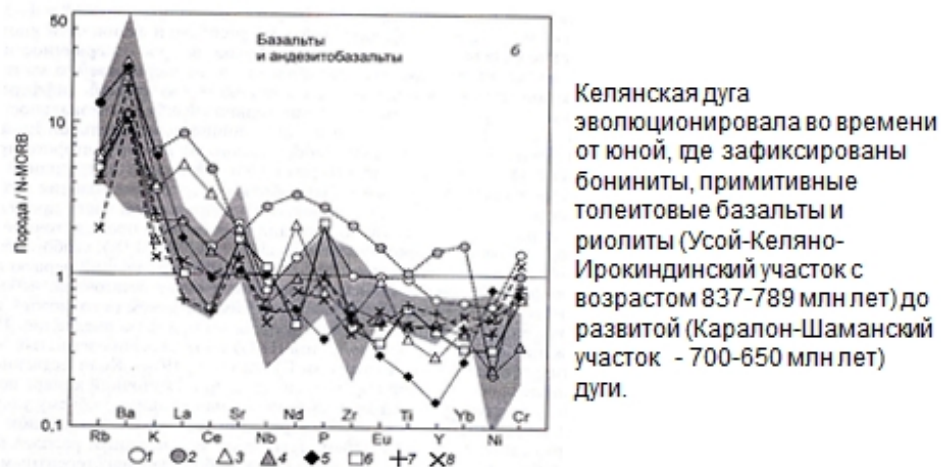


Рисунок 3 - Распределение редких и редкоземельных элементов в вулканитах Келянской островодужной системы [Цыганков, 2005]

В Уakitском прогибе Северного Забайкалья U-Pb методом по цирконам определен среднерифейский возраст (1280 ± 10 млн лет, аналитик Т.Б. Баянова) олнинской вулканогенно-осадочной толщи, фиксирующей начало вулканической деятельности в Келянской островодужной системе.

Ямбуйский ксенолит располагается в Турка-Курбинской структурно-формационной зоне Байкало-Витимской складчатой системы, выделенной в центральной части Западного Забайкалья [Руженцев и др., 2012]. Ксенолит состоит из двух частей: Асынской, предположительно рифейской, и Ямбуйской ниже-среднепалеозойской, разделенных Абага-Оланской праводвиговой сутурой.

В Абага-Оланской сутуре тектонически совмещены толеитовые амфиболиты, высокомагнезиальные ортосланцы и гипербазиты, слагающие клино- и пластинообразные тела, а также породы асынской свиты (биотит-плагиоклаз-кварцевые сланцы, кварциты, скаполитовые мраморы). Гипербазиты представлены серпентинитами по реститовым перидотитам. Высокомагнезиальные андезитобазальты с содержаниями (мас. %) SiO_2 51.88-57.47, TiO_2 0.6-0.71, MgO 9.74-18.57, CaO 9.15-12.98, Al_2O_3 8.94-11.51 (в пересчете на сухой остаток) можно отнести к бонинитам, хотя и не вполне отвечающим классификации Le Bas (Le Bas, 2000).

На диаграмме $(\text{FeO} + \text{TiO}_2) - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ (Jensen, 1976) эти породы соответствуют коматиит-толеитовой ассоциации, а по соотношениям $\text{TiO}_2 - \text{K}_2\text{O}$ – базальтам островных дуг в соответствии с рисунком 8. Минеральный состав (об. %): магнетит, магнезиальный амфибол двух генераций, плагиоклаз.

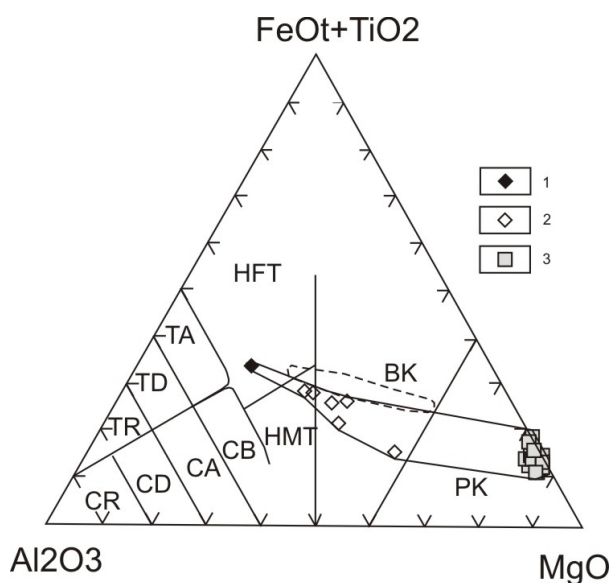


Рисунок 4 - Классификационная диаграмма Jensen (1976) для мафических пород Ямбуйского блока
 1 - толеиты, 2 - коматиитовые базальты, 3 - серпентиниты апогарцбургитовые и лерцолитовые. Сплошным контуром объединены породы сутурной зоны, штриховым овалом показаны составы коматиитовых базальтов Ветреного пояса [Пухтель и др., 1997]

Соотношения $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$ в высокомагнезиальные ортосланцы соответствуют полю андезибазальтов бонинитовых серий [Шараськин, 1992], но в отличие от опубликованных анализов бонинитов породы Ямбуйского блока

обладают повышенными содержаниями литофильных (Rb), высокозарядных (Ti, Zr, Hf, Ta, Th), фосфора и тяжелых редкоземельных элементов в соответствии с рисунком в соответствии с рисунком 9 А, Б. Редкоземельный тренд умеренно дифференцирован $(La/Yb)_N=5.26-6.85$ с выполаживанием в правой части графика (LREE 30-60, HREE 6-10 хондритовых норм) и европиевой отрицательной аномалией. Содержания LREE сопоставимы со значениями в бонинитах дуги Тонга и вулканическом поясе Сетоути [Шараськин, 1992], но на спайдер-диаграмме пород Ямбуйского блока вместо La-Ce минимума и Sr максимума наблюдаются пики обратного знака.

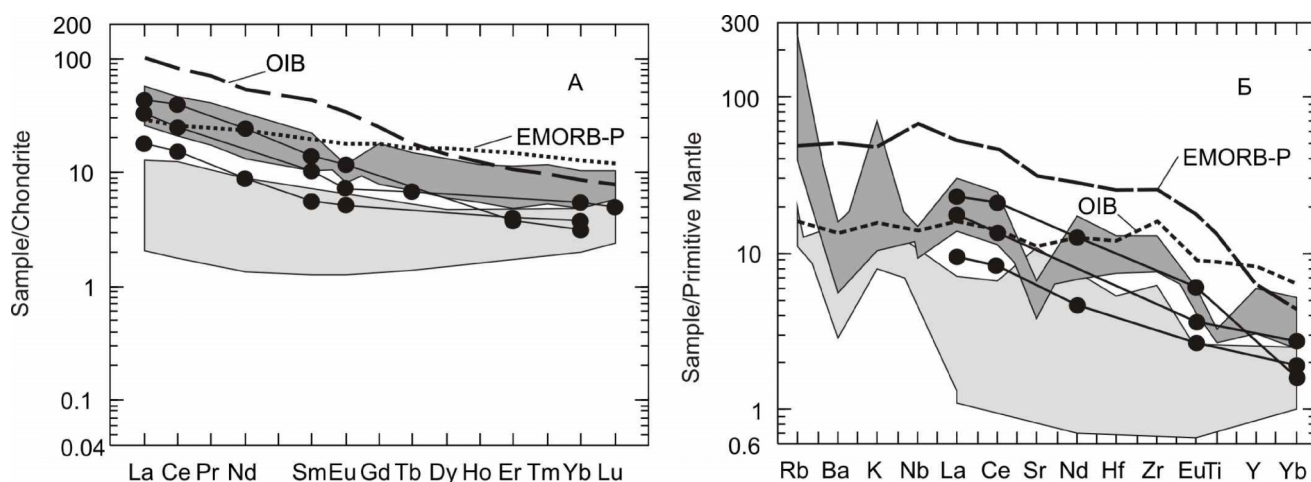


Рисунок 5 - А - Диаграммы концентраций редкоземельных элементов, нормированных к хондриту (Sun, McDonough, 1985) для бонинитов Ямбуйского блока в сравнении с бонинитами островных дуг западной окраины Тихого океана [Шараськин, 1992]; Б - Диаграммы концентраций несовместимых элементов, нормированных к примитивной мантии (Sun, McDonough, 1989) для бонинитов Ямбуйского блока и бонинитов островных дуг западной окраины Тихого океана [Шараськин, 1992].

Примечание. Темно-серое поле – Ямбуйский блок; серое – Бонинские острова, Марианская дуга, мыс Фогель (Новая Гвинея); залитые кружки – северное окончание дуги Тонга и вулканический пояс Сетоути. EMORB-P – средний состав базальтов COX Тихого океана.

По петрохимическим особенностям ($\text{TiO}_2 = 0.60\text{-}0.67$ мас. %, $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 \ll 25$ %) эти породы аналогичны ветренитам - Al-необедненным коматиитовым базальтам свиты Ветреный пояс [Пухтель и др., 1997; Куликов и др., 2009 и др.]. Петротип ветренитов описан в Фенноскандии, где он рассматривается как промежуточное звено в ряду высокомагнезиальных магм: коматиитовые–ветренитовые–бонинитовые–меймечитовые, специфических расплавов, формирующихся в подвулканной камере при сильной контаминации коровым материалом.

Источники расплавов, в соответствии с диаграммой Zr/Y – Nb/Y [Condie, 2005] на рисунке 10А, коматиитовые базальты Ямбуйского блока располагаются на границе полей плато- и островодужных базальтов, близ поля плюмовых источников. Глубина формирования магматического очага 120-180 км в соответствии с рисунком 10В.

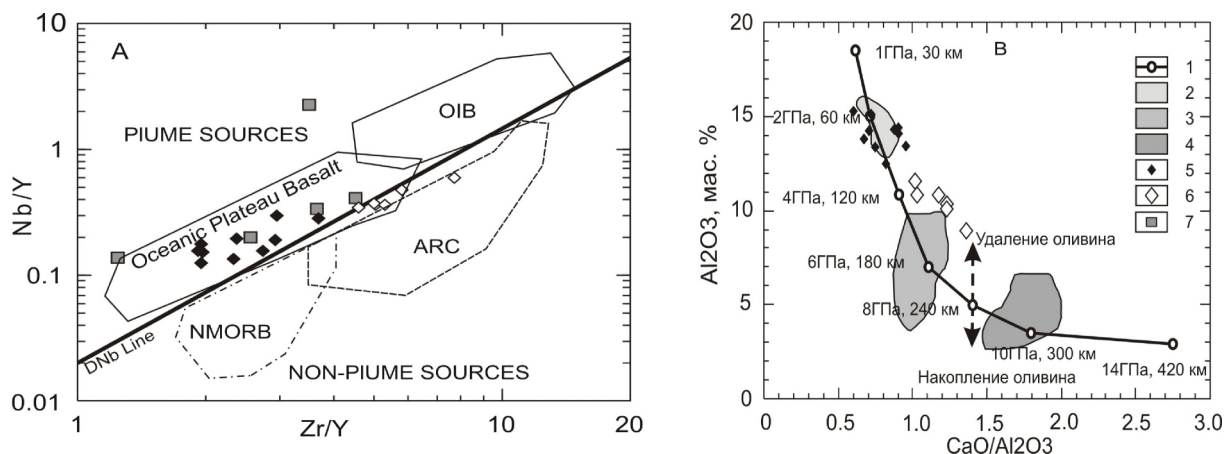


Рисунок 6 - А - Типы мантийных источников по [Condie, 2005] и В - диаграмма $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ - Al_2O_3 с линией сегрегации коматиитовых и базальтовых расплавов [Herzberg, 1995] для метабазитов Ямбуйского блока

1 - Тренд сегрегации мантийных магм [Herzberg, 1995]; 2-4 - поля вулканитов: 2 - толеитовых базальтов плато Онтонг-Джава [Tejada et al., 1996]; 3 - Al-необедненных и 4 - Al-обедненных коматиитов [Herzberg, 1995]; 5-7 - Ямбуйский блок: 5 - палеозойские толеитовые метабазиты; 6 - рифейские коматиитовые базальты; 7 - серпентитниты.

На диаграмме отношений Nb/Th-Nb/La, нормированных по примитивной мантии [Hofmann et al., 1988] в соответствии с рисунком 11, эти породы относятся к островодужным, так же, как и ассоциирующие с ними толеиты. Близкое к нулю положительное значение $\epsilon\text{Nd} = 0.24$ и модельный возраст 1.67 млрд лет позволяют предполагать контаминацию мантийного расплава рифейским верхнекоровым материалом. Можно полагать, что высокомагнезиальный расплав образовался в подвулканной камере или зоне субдукции на глубине 120-180 км при значительном участии в источнике вещества верхней континентальной коры.

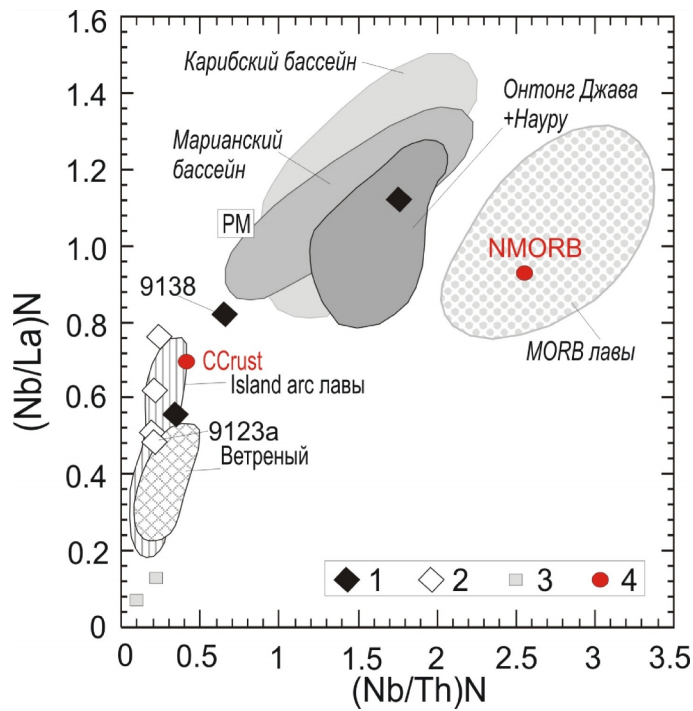


Рисунок 7 - Отношения Nb/Th - Nb/La, нормированные по примитивной мантии (Hofmann et al., 1988) для Ямбуйского блока, цитируется по Puchtel et al. (1999) Породы Ямбуйского блока: 1 - толеитовые базальты; 2 - коматиитовые базальты; 3 - лерцолиты; 4 - значения NMORB и CCrust по Taylor, McLennan, 1985. В образцах 9123а (коматиитовый базальт) и 9138 (толеитовое габбро) исследован возраст цирконов.

В результате исследования U-Pb изотопной системы цирконов (n=7) из коматиитовых базальтов получена очень приблизительная дискордия с нижним пересечением 953 млн лет, которое можно

считать возрастом породы в соответствии с рисунком 12 [Доронина и др., 2013]. Значение $\epsilon_{Nd} = 0.24$, модельный возраст T(953) равен 1.67 млрд лет. Толеитовые metabазальты, залегающие в асынском блоке, относятся к образованиям задугового спрединга, их возраст верхнедевонский (365 млн лет) [Руженцев и др, 2012].

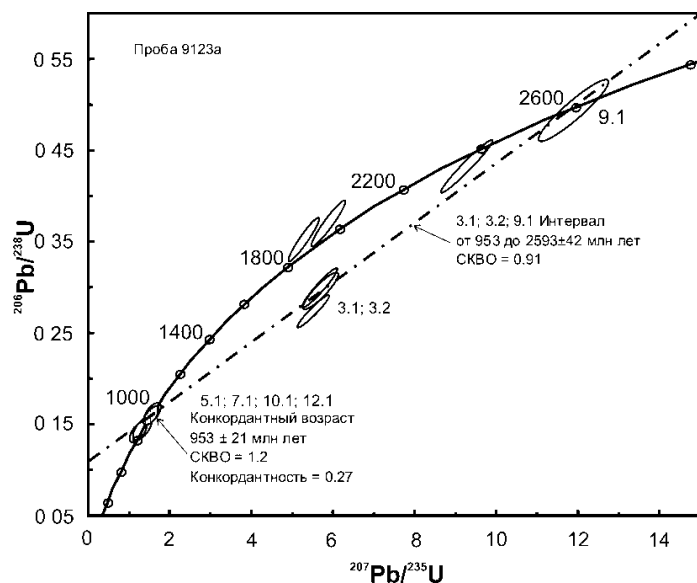


Рисунок 8 - U-Pb диаграмма с дискордией для цирконов из бонинитов Абага-Оланской сутуры Ямбуйского ксенолита

Полученные значения возраста коматиитовых базальтов позволяют предполагать, что высокомагнезиальные вулканы в ассоциации с гарцбургитовыми ультрабазитами в Абага-Оланской сутурной зоне относятся к

фрагменту надсубдукционных офиолитов позднебайкальской островодужной системы, возрастному аналогу Келянской и Метешихинской островных дуг Забайкалья в соответствии с рисунками 5, 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований изучены фрагменты палеоокеанической коры и позднерифейских островодужных комплексов Келянской островодужной системы Забайкальской части Центрально-Азиатского складчатого пояса. В Уакитском прогибе Северного Забайкалья определен среднерифейский возраст в 1280 ± 10 млн лет олнинской вулканогенно-осадочной толщи, фиксирующей начало вулканической деятельности в Келянской островодужной системе. В Абага-Оланской сутуре (Турка-Курбинская зона, Ямбуйский ксенолит) установлены коматиитовые базальты с возрастом в 953 млн лет поздний рифей). Предполагается, что толеитовые metabазальты внутри асынской свиты относятся к образованиям задугового спрединга, а высокомагнезиальные вулканы в ассоциации с гарцбургитовыми ультрабазитами в Абага-Оланской сутурной зоне – к фрагменту надсубдукционных офиолитов и бонинитов позднебайкальской островодужной системы, возрастного аналога Келянской и Метешихинской островных дуг Забайкалья

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Зоненшайн Л.П. Реконструкция палеозойских океанов // Дрейф континентов. М.: Наука, 1976. С. 28 - 71.
- 2 Гордиенко И.В. Геодинамическая эволюция поздних байкалид и палеозойд складчатого обрамления Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 53 - 70.
- 3 Explanatory Note to the Tectonic map of the Northern, Central and Eastern Asia. Scale 1:2500000. Editors-in-chief: Yu.G. Leonov, O.V. Petrov, I.I. Pospelov. Authors: A.N. Bulgatov, Chen Bingwei, I.V. Gordienko, K.S. Ivanov, T.N. Kheraskova, V.A. Koroteev, A.M. Kurchavov, O.V. Petrov, I.I. Pospelov, V.N. Puchkov, Ren Liudong, S.G. Samygin, S.P. Shokalsky, S.D. Sokolov, O.Tomurtogoo. SPb: VSEGEI. Printing House, 2014. -186 p. Chapter 6. Pp. 53-58. Fold systems of Sayan-Baikal Mountain area (A. Bulgatov, I. Gordienko).
- 4 Гордиенко И.В. Некоторые фундаментальные проблемы тектоники и геодинамики Центрально-Азиатского складчатого пояса // Геодинамика и тектонофизика. 2014. Т. 5. № 3. С. 585-593.
- 5 Конников Э.Г., Гибшер А.С., Изох А.Э. и др. Позднепротерозойская эволюция северного сегмента Палеоазиатского океана: Новые радиологические, геологические и геохимические данные // Геология и геофизика, 1994, т.35, №7-8. С.152-168.
- 6 Цыганков А.А. Магматическая эволюция Байкало-Муйского вулканно-плутонического пояса в позднем докембрии / Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 306 с.
- 7 Некрасов Г.Е., Родионов Н.В., Бережная Н.Г., Сергеев С.А., Руженцев С.В., Минина О.Р., Голионко Б.Г. U-Pb возраст цирконов из плагиогранитных жил мигматизированных амфиболитов Шаманского хребта (Икат-Багдаринская зона, Витимское нагорье, Забайкалье) // ДАН, 2007. Т. 412. № 5. С. 661 - 664.
- 8 Руженцев С.В., Минина О.Р., Некрасов Г.Е., Аристов В.А., Голионко Б.Г., Доронина Н.А., Лыхин Д.А. Байкало-Витимская складчатая система: строение и геодинамическая эволюция // Геотектоника. 2012. № 2. С. 3-28.
- 9 Минина О.Р. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (состав, строение, геодинамическая эволюция). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Иркутск, 2014. 36 с.
- 10 Доронина Н.А., Некрасов Г.Е., Пресняков С.Л. U-Pb возраст бонинитов Ямбуйского блока Байкало-Муйской складчатой системы (первые данные) // Геодинамическая эволюция литосферы Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту): Материалы совещания. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2013. С. 95 - 97.

- 11 Le Bas M.J. IUGS reclassification of the high-Mg and picritic volcanic rocks // *J. Petrol.*, 2000, v. 41, p. 1467-1470.
- 12 Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks // *Ontario Div. Mines. Misc. Pap.* 1976. 66 p.
- 13 Пухтель И.С., Богатиков О.А., Куликов В.С., Щипанский А.А. Петрология палеопротерозойского лавового озера в районе горы Большая Левгора, центральная часть Ветреного пояса, Балтийский щит // *Петрология*, 1997, том 5, № 4, с. 339-361.
- 14 Куликов В.С., Куликова В.В., Бычкова Я.В., Бычков А.Ю. К вопросу о классификации мафит-ультрамафитовых петрохимических серий, типов магм и породных ассоциаций нормальной щелочности // *Вулканизм и геодинамика: материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. Петропавловск-Камчатский. ИВиС ДВО РАН, 2009. Т. 1, с. 136-140.*
- 15 Шараськин А.Я. Тектоника и магматизм окраинных морей в связи с проблемами эволюции коры и мантии. М., Наука, 1992, 163 с.
- 16 Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes / Eds. A.D. Saunders, M.J. Norry. *Magmatism in Oceanic Basins* // *Geol. Soc. London. Spec. Pub.*, 1989, v. 42, p. 313-345.
- 17 Condie K.C. High field strength element ratios in Archean basalts: a window to evolving sources of mantle plumes? // *Lithos* 79 (2005) 491-504.
- 18 Hofmann A.W. Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust // *Earth and Planetary Science Letters*, 90 (1988) 297-314.
- 19 Jensen L.S. A new cation plot for classifying subalkalic volcanic rocks // *Ontario Div. Mines. Misc. Pap.* 1976. 66 p.
- 20 Herzberg C. Generation of plume magmas through time: an experimental perspective // *Chem. Geol.*, 1995, v. 126, h. 1-16.
- 21 Tejada M.L.G., Mahoney J.J., Dunkan R.A., Hawkins M.P. Age and geochemistry of basement and alkalic rocks of Malaita and Santa Isabel, Solomon Islands, southern margin of Ontong Java Plateau // *J. Petrol.*, 1996, v. 37, p. 361-394.
- 22 Taylor S.R., McLennan S.M. *The continental crust: its composition and evolution.* Blackwell, Oxford. 1985.