

А

**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА**

Основан в январе 1960	Периодичность 12 раз в год	Том 55, № 8	Август 2014
--------------------------	-------------------------------	-------------	----------------

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕТРОЛОГИЯ, ГЕОХИМИЯ И МИНЕРАЛОГИЯ

Симонов В.А., Гордиенко И.В., Ступаков С.И., Медведев А.Я., Котляров А.В., Ковязин С.В. Условия формирования базальтов Джидинской зоны Палеоазиатского океана	1173
Степанчикова С.А., Битейкина Р.П., Широносова Г.П., Колонин Г.Р. Экспериментальное изучение поведения гидроксидных комплексов в близнейтральных и щелочных растворах редкоземельных элементов и иттрия при 25 °С.....	1188
Айриянц Е.В., Жмодик С.М., Иванов П.О., Белянин Д.К., Агафонов Л.В. Минеральные включения в железо-платиновых твердых растворах из россыпе-проявлений бассейна р. Анабар (<i>северо-восток Сибирской платформы</i>)	1194
Васильев Ю.Р., Гора М.П. Меймечит-пикритовые ассоциации Сибири, Приморья и Камчатки (<i>сравнительный анализ, вопросы петрогенезиса</i>)	1211

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОЛОГИЯ

Сенников Н.В., Лыкова Е.В., Обут О.Т., Толмачева Т.Ю., Изох Н.Г. Новый ярусный стандарт ордовика и его применение к стратонам западной части Алтае-Саянской складчатой области.....	1226
Маслова О.А., Ядренкина А.Г., Каныгин А.В. Муктэйский горизонт ордовика Сибирской платформы: палеонтологическое обоснование, распространение, корреляция ра зрезов	1247
Сафронов А.Ф., Сивцев А.И., Черненко В.Б. Нефтеносность нижнемезозойских отложений Хапчагайского мегавала Вилуйской синеклизы	1263

ГЕОФИЗИКА

Ельцов Т.И., Доровский В.Н., Гапеев Д.Н. Низкочастотные диэлектрические спектры пород, насыщенных водонефтяной смесью.....	1270
Антонов Е.Ю., Кожевников Н.О., Корсаков М.А. Автоматизированная система для интерпретации данных индукционных импульсных электромагнитных зондирований с учетом индукционно-вызванной поляризации	1282
Лунина О.В., Андреев А.В., Гладков А.А. Закономерности проявления и модели локализации опасных геологических процессов при сейсмогенной активизации разломов на юге Сибири и в Монголии	1294

SIBERIAN BRANCH
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SCIENTIFIC JOURNAL
GEOLOGIYA I GEOFIZIKA

Founded in January 1960	Monthly	Vol. 55, № 8	August 2014
----------------------------	---------	--------------	----------------

CONTENTS

PETROLOGY, GEOCHEMISTRY, AND MINERALOGY

- Simonov V.A., Gordienko I.V., Stupakov S.I., Medvedev A.Ya., Kotlyarov A.V., and Kovyazin S.V.** Conditions of basalt formation in the Dzhida zone of the Paleoasian Ocean 1173
- Stepanchikova S.A., Biteikina R.P., Shironosova G.P., and Kolonin G.R.** An experimental study of hydroxo complex formation in basic and near-neutral solutions of rare-earth elements and yttrium at 25 °C 1188
- Airiyants E.V., Zhmodik S.M., Ivanov P.O., Belyanin D.K., and Agafonov L.V.** Mineral inclusions in Fe–Pt solid solution from the alluvial ore occurrences of the Anabar basin (*northeastern Siberian Platform*) 1194
- Vasil'ev Yu.R. and Gora M.P.** Meimechite–picrite associations in Siberia, Primorye, and Kamchatka (*comparative analysis and petrogenesis*) 1211

STRATIGRAPHY AND GEOLOGY

- Sennikov N.V., Lykova E.V., Obut O.T., Tolmacheva T.Yu., and Izokh N.G.** The new Ordovician stage standard as applied to the stratigraphic units of the western Altai–Sayan Folded Area 1226
- Maslova O.A., Yadrenkina A.G., and Kanygin A.V.** The Ordovician Mukteian Horizon of the Siberian Platform: paleontological substantiation, distribution, and correlation of sections 1247
- Safronov A.F., Sivtsev A.I., and Chernenko V.B.** Oil potential of the Lower Mesozoic deposits of the Khapchagai megaswell of the Vilyui syncline 1263

GEOPHYSICS

- Eltsov T.I., Dorovsky V.N., and Gapeev D.N.** Dielectric spectra of water-oil-saturated porous media for the kHz range and determination of volume fractions of system components 1270
- Antonov E.Yu., Kozhevnikov N.O., and Korsakov M.A.** Software for inversion of TEM data affected by fast-decaying induced polarization 1282
- Lunina O.V., Andreev A.V., and Gladkov A.A.** Geologic hazards associated with seismogenic faulting in southern Siberia and Mongolia: forms and location patterns 1294

SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
NOVOSIBIRSK

© Сибирское отделение РАН, 2014
© ИГМ СО РАН, 2014
© ИНГ СО РАН, 2014

**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВ ДЖИДИНСКОЙ ЗОНЫ
ПАЛЕОАЗИАТСКОГО ОКЕАНА**

**В.А. Симонов^{1,2}, И.В. Гордиенко³, С.И. Ступаков¹, А.Я. Медведев⁴,
А.В. Котляров¹, С.В. Ковязин¹**

¹ Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

³ Геологический институт СО РАН, 670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а, Россия

⁴ Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1а, Россия

В результате петролого-геохимических исследований с использованием оригинальных данных по составам клинопироксенов получена новая информация об условиях формирования венд-кембрийских базальтовых комплексов Джидинской зоны Палеоазиатского океана (Северная Монголия и Юго-Западное Забайкалье). Работы проводились на основе сравнительного анализа с эталонными базальтовыми магматическими ассоциациями. Особое значение в качестве эталонов имеют полученные авторами с помощью ионного зонда данные по редким и редкоземельным элементам в клинопироксенах из эффузивов различных современных геодинамических обстановок: нормальные базальты срединно-океанических хребтов — N-MORB (Срединно-Атлантический хребет, Центральная Атлантика), базальты внутриплитных океанических островов — OIB (о. Буве, Южная Атлантика), внутриплитные платобазальты — WPB (толеитовые платобазальты Сибирской платформы), бониниты энсиматических дуг (Идзу-Бонинская островная дуга, Тихий океан). Проведенные исследования показали, что палеоокеанические структуры района Ургольского гайота формировались в процессах эволюции геодинамической ситуации, происходивших под влиянием мантийных плюмов на океаническую спрединговую кору, с образованием океанических базальтовых плато и внутриплитных океанических островов. На все эти структуры в последующем были наложены типично островодужные структурно-вещественные ассоциации. Формирование базальтовых комплексов района Джидотского гайота происходило с более ярко выраженным влиянием обогащенных плюмовых расплавов внутриплитных океанических островов, чем в случае Ургольского гайота. Об этом свидетельствуют петрохимические и геохимические данные, показывающие развитие магматических систем типа OIB на океаническом фундаменте. Данные по клинопироксенам подтверждают участие глубинного плюма, приводящее к эволюции магм от типичных океанических (MORB) к расплавам платобазальтов и океанических островов (OIB).

Базальтовые комплексы, клинопироксены, Джидинская зона, Палеоазиатский океан.

CONDITIONS OF BASALT FORMATION IN THE DZHIDA ZONE OF THE PALEOASIAN OCEAN

V.A. Simonov, I.V. Gordienko, S.I. Stupakov, A.Ya. Medvedev, A.V. Kotlyarov, and S.V. Kovyazin

Petrological and geochemical studies performed with invoking data on the compositions of clinopyroxenes have clarified the conditions of formation of Vendian–Cambrian basaltic complexes in the Dzhida zone of the Paleasian Ocean (northern Mongolia and southwestern Transbaikalia). The research was based on a comparative analysis with reference igneous basaltic associations. Of special importance are our microprobe data on trace and rare-earth elements in clinopyroxenes from igneous rocks of different present-day geodynamic settings, namely, N-MORB (Mid-Atlantic Ridge, Central Atlantic), OIB (Bouvet Island, South Atlantic), WPB (within-plate tholeiitic plateau basalts of the Siberian Platform), and boninites of ensimatic arcs (Izu-Bonin island arc, Pacific). The studies have shown that the paleo-oceanic structures in the district of the Urgol guyot formed during geodynamic processes under the impact of mantle plumes on oceanic spreading crust, which resulted in oceanic basaltic plateaus and within-plate oceanic islands. All these structures were later superposed by typical island-arc structure-lithologic associations. Formation of basalt complexes in the Dzhidot guyot district proceeded with a stronger effect of enriched plume melts of within-plate oceanic islands as compared with the Urgol guyot. This is evidenced from petrochemical and geochemical data showing the development of OIB-type magmatic systems on the oceanic basement. Data on clinopyroxenes confirm the participation of mantle plume in this process, which led to the evolution of magmas from typical oceanic basalts (MORB) to plateau basalts and OIB.

Basaltic complexes, clinopyroxenes, Dzhida zone, Paleasian Ocean

ВВЕДЕНИЕ

Базальтовые комплексы из палеоокеанических и палеоостроводужных структур Джидинской зоны Северной Монголии и Юго-Западного Забайкалья рассматриваются во многих публикациях [Кузьмин и др., 1995; Альмухамедов и др., 1996; Гордиенко, Михальцов, 2001; Гордиенко, Филимонов, 2005; Гордиенко и др., 2007; Симонов и др., 2009, 2012]. Исследования показали, что в данном регионе присутствуют структурно-вещественные ассоциации энсиматической островной дуги, гайотов (симаунтов), преддуговых и задуговых палеобассейнов Палеоазиатского океана. По своему положению и строению венд-кембрийские гайоты (Ургольский и Джидотский) Джидинской зоны, располагаясь в центральной части Центрально-Азиатского складчатого пояса, хорошо сопоставляются с раннепалеозойскими палеосимаунтами Горного Алтая [Гордиенко, Филимонов, 2005], а также с гайотами Тянь-Шаньского сектора Туркестанского палеоокеана [Гордиенко и др., 2007]. Анализ опубликованных работ по палеосимаунтам Горного Алтая [Сафонова и др., 2008, 2011; Симонов и др., 2010] подтверждает правомерность этого сопоставления.

Базальты гайотов Джидинской зоны в значительной степени преобразованы в ходе вторичных и метаморфических процессов, поэтому для выяснения условий их формирования большое значение имеют исследования первичных магматогенных минералов. В частности, клинопироксены равновесны с расплавом и, соответственно, несут значительное количество важной генетической информации. Расплавные включения в этих минералах содержат прямые сведения о физико-химических параметрах магматических систем. В связи с этим большое внимание в ходе наших работ было уделено исследованию магматогенных клинопироксенов и находящихся в них расплавных включений.

В данном сообщении приводится новая информация, полученная в процессе аналитической обработки в ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) коллекции базальтов, собранной авторами в 2011 г. в районе Ургольского гайота (Северная Монголия), а также показаны результаты исследования образцов базальтов Ургольского и Джидотского гайотов (Северная Монголия и Юго-Западное Забайкалье), собранных ранее сотрудниками ГИ СО РАН (г. Улан-Удэ).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Петрохимические составы базальтов Джидинской зоны установлены с помощью силикатного рентгенофлуоресцентного анализа. Содержания редких и редкоземельных элементов в породах определены методами ICP MS (ИСП-МС анализ с разложением твердых образцов на стандартный набор до 25 элементов) и атомной абсорбции в ИГМ СО РАН. Часть образцов базальтов Джидинской зоны была проанализирована в ИГХ СО РАН (г. Иркутск) методами РФА, атомной абсорбции и ICP MS.

В ходе исследований большое значение придавалось изучению сохранившихся магматогенных минералов и расплавных включений, содержащих прямую информацию о древних магматических системах. Составы минералов определены на рентгеновском микроанализаторе Camebax-Micro в ИГМ СО РАН. Исследования расплавных включений в клинопироксенах выполнены в лаборатории геодинамики и магматизма ИГМ СО РАН. Эксперименты с включениями при высоких температурах проводились в микротермокамере с инертной средой [Соболев, Слуцкий, 1984] с использованием имеющихся методик [Симонов, 1993; Sobolev, Danyushevsky, 1994]. Содержания редких и редкоземельных элементов в клинопироксенах определены методом вторично-ионной масс-спектрометрии на ионном микроанализаторе IMS-4f в Институте микроэлектроники РАН (г. Ярославль) по опубликованной методике [Соболев, 1996].

Исследования проводились на основе сравнительного анализа с результатами, полученными нами в ходе обработки представительных коллекций, собранных при непосредственном участии авторов во время опробования эталонных базальтовых магматических комплексов различных современных геодинамических ситуаций, а также предоставленных для изучения другими сотрудниками ИГМ СО РАН, ДВГИ ДВО РАН (г. Владивосток) и Гавайского университета (Гонолулу, США). Были использованы оригинальные данные для базальтов Срединно-Атлантического хребта — MORB [Симонов и др., 1999], океанического острова Буве в Южной Атлантике — OIB [Симонов и др., 1996, 2000], района подводного плато Онтонг Джава в Тихом океане [Симонов и др., 2004, 2005] и Сибирской платформы — WPB [Симонов и др., 2005]. Особое значение в качестве эталонной информации имеют полученные нами с помощью ионного зонда оригинальные данные по содержанию редких и редкоземельных элементов в клинопироксенах из базальтов и других эффузивов различных современных геодинамических обстановок: нормальные базальты срединно-океанических хребтов — N-MORB (Срединно-Атлантический хребет, Центральная Атлантика), базальты внутриплитных океанических островов — OIB (о. Буве, Южная Атлантика), внутриплитные платобазальты — WPB (толеитовые платобазальты Сибирской платформы), бониниты энсиматических дуг (Идзу-Бонинская островная дуга, Тихий океан). Таким образом, анализ на ионном зонде клинопироксенов из базальтов современных типичных ситуаций позволил фактически со-

здать ряд минералогических эталонов, дающих возможность получать представительную информацию для расшифровки палеогеодинамических обстановок формирования магматических комплексов.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УРГОЛЬСКОГО И ДЖИДОТСКОГО ГАЙОТОВ ДЖИДИНСКОЙ ЗОНЫ

В Джидинской зоне большую роль играют структурно-вещественные комплексы Ургольского и Джидотского гайотов (рис. 1).

Основание Ургольского гайота сложено меланжем с блоками апоперидотитовых серпентинитов, полосчатых и изотропных габбро, габбро-пироксенитов, а также дайками габбро-долеритов и долеритов. На этом основании залегает толща подушечных лав базальтов с межподушечными пространствами, выполненными гиалокластитами и кремнями. Выше располагается толща субщелочных вулканитов, в составе которой установлены лавовые потоки базальтов, трахиандезибазальтов и различные типы вулканокластитов. Микститовая толща, развитая на границе указанных ассоциаций, представлена тектоническими брекчиями базальтов. В олистолитах наблюдаются известняки, силициты, субщелочные базальты, габброиды, серпентиниты. Карбонатная толща сложена известняками, доломитами, калькаренитами, мелкообломочными карбонатными брекчиями. В известняках установлен комплекс водорослей раннего кембрия [Гордиенко и др., 2007].

Фундамент Джидотского гайота состоит из базит-гипербазитовых блоков (представленных в основном апогарцбургитовыми серпентинитами) и мафических брекчий. Мелкие тела дунитов, пироксенитов и габбро среди гарцбургитов можно интерпретировать как жильную серию. Толща мафических брекчий объединяет серпентинитовые конгломераты и габбровые конглобрекчий. Выше по разрезу залегают эффузивно-осадочные толщи, представленные лавами толеитовых базальтов и осадочными породами. В базальтах отмечаются реликты порфировых вкрапленников плагиоклаза, клинопироксена и оливина. Осадочная ассоциация представлена известняками и силицитами. Эти породы слагают достаточно крупные (сотни и десятки метров) линзовидные тела, приуроченные к полосам тектонических меланжей на границах толщ. В известняках установлены остатки раннекембрийских микропроблематик [Гордиенко и др., 2007].

В составе Джидотского гайота выделяется также толща субщелочных базальтов, объединяющая дифференцированные вулканиты ряда субщелочной оливиновый базальт—гавайит—трахиандезибазальт—трахит. В строении толщи преобладают базальтовые лавы. Вулканиты среднего состава обычно формируют мелкие потоки флюидалных лав. Для субщелочных базальтов характерен комплекс порфи-

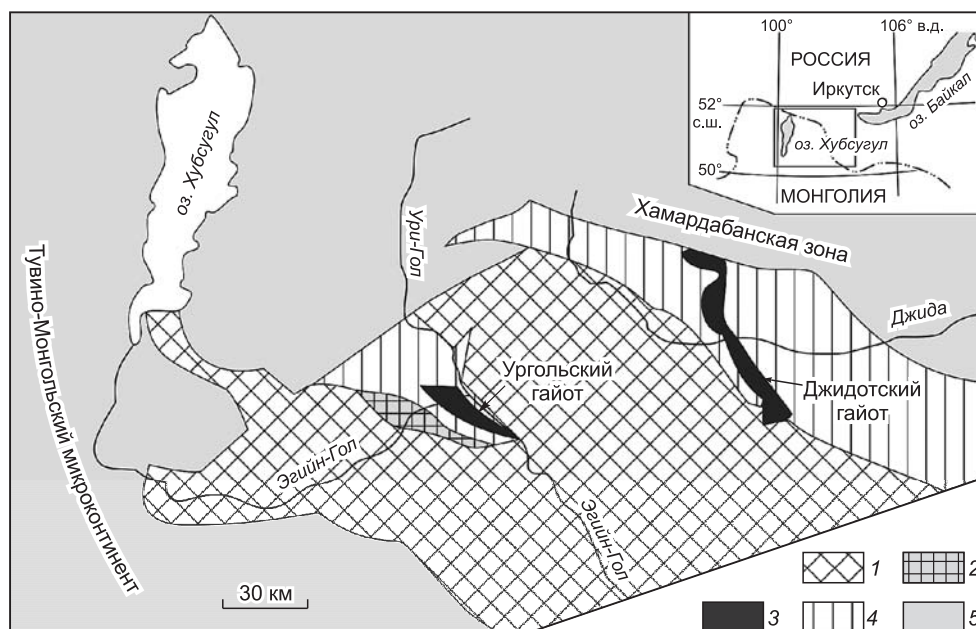


Рис. 1. Строение Джидинской зоны (Северная Монголия и Юго-Западное Забайкалье), по [Гордиенко и др., 2007].

1—4 — палеоокеанические и палеоостроводужные комплексы Джидинской зоны: 1, 2 — островодужные (1 — без расчленения, 2 — аккреционной призмы); 3 — гайотов; 4 — флишевые; 5 — вмещающие Джидинскую зону структурно-вещественные комплексы.