

ПИКРОДОЛЕРИТОВЫЕ ИНТРУЗИИ ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ: ВОЗРАСТНЫЕ РУБЕЖИ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 10-05-00515, 09-05-00716)
и Совета по грантам Президента РФ
для поддержки молодых российских учёных и ведущих научных школ (НШ-65458.2010.5).

Рассмотрены малые пикродолеритовые и долеритовые интрузии Западной и Юго-Западной Монголии. На основании U–Pb (SHRIMP-II) и Ag–Ag изотопно-геохимических данных выделены следующие рубежи проявления пикритоидного магматизма: раннесреднекембрийский, раннедевонский, позднедевонско-раннекаменноугольный, среднекаменноугольный и раннепермский. Выявлены геохимические особенности и геодинамические обстановки формирования массивов каждого этапа.

Ключевые слова: Западная Монголия; Монгольский Алтай; пикриты и пикродолериты; возрастные рубежи.

Имеющиеся данные по крупным изверженным провинциям свидетельствуют о том, что индикаторными формациями для них являются платиноносные и медь-никеленосные ультрамафит-мафитовые, в том числе и пикрит-долеритовые ассоциации, независимо от геодинамических условий их проявления. Такие формации широко развиты в подвижных поясах Азии и связаны с разновозрастными провинциями соответствующих сегментов. Отчетливо выделяются несколько возрастных рубежей таких образований: позднепротерозойский, рифейский, раннепалеозойский, раннепермский (Таримский плюм), позднепермский (Эмейшаньский плюм) и пермо-триасовый (Сибирский плюм).

Ультрамафит-мафитовый магматизм, включающий малые пикритовые и пикродолеритовые интрузии и расслоенные перидотит-габбровые массивы, широко развит в структурах Западной Монголии [1, 2]. Подобные интрузии весьма интересны с точки зрения возможности обнаружения связанного с ними Cu–Ni–PGE оруденения. Примером могут служить медно-никелевые месторождения, открытые в последние годы в Северном Синьцзяне (Китай) [3]. Авторами данной

статьи получены новые геохронологические и геохимические данные, позволяющие установить возрастные рубежи и особенности проявления этого магматизма.

В Хархиринском террейне Монгольского Алтая проявлена Урегнурская раннесреднекембрийская (512 млн лет, Ag–Ag по биотиту) пикрит-базальтовая вулканоплутоническая ассоциация, представленная лавами пикритов, оливиновых, оливин-пироксеновых и пироксеновых базальтов, дифференцированными силлами и дайками пикритов и долеритов, а также более крупными дифференцированными ультрамафит-мафитовыми интрузивами [4]. С этой ассоциацией связана россыпная ферроплатиновая минерализация урало-алаянского типа [5]. В Озерной зоне этому возрастному рубежу отвечает Хайрханский троктолит-габброноритовый интрузив (511±12 млн лет, SHRIMP-II), формирование которого происходило в аккреционно-коллизийной обстановке. В совокупности с другими данными по ультрамафит-мафитовому магматизму ЦАСП полученные датировки позволяют относить проявления ультрамафит-мафитового магматизма данного рубежа к раннепалеозойской изверженной провинции (таблица).

Изотопные датировки рассматриваемых массивов, полученные методами исследования Ag изотопной системы в биотите при его ступенчатом отжиге (ИГМ СО РАН, Новосибирск) и на приборе SHRIMP-II по единичным зёрнам циркона (ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург)

Объект	Порода	Возраст, млн лет	
		Ag–Ag (биотит)	SHRIMP-II (циркон)
Интрузии хр. Цаган-Шибету	Пикродолерит		406,5±7,1
Морьт-Ула	Габбро	391,6±3,5	
Тавын-Хундийн	Пикродолерит	359,2±3,2	
Алтан-Гадас	Пикродолерит	353±3,2	355,9±4,8
Джавхлант	Меланогаббро	337,7±3	332,1±4,1
Ярын-Хад	Габбронорит	330±2,9	316,2±3,2
Дзара-Ула	Монцогаббро	262,1±2,4	269,2±4,1

Раннедевонский возраст (406,5±7,1 млн лет, SHRIMP-II) получен для пикродолеритов хребта Цаган-Шибету в северной части оз. Урэг-Нур. Этот ареал пикродолеритового магматизма считался продолжением области развития интрузивов торгалыгского комплекса Западной Тувы [1]. Для исследованных пород характерны спектры P3Э плоского и слабовыпуклого ти-

па на уровне 6–12 хондритовых единиц. Такой тип спектров характерен для базальтов, переходных по своим геохимическим характеристикам между N- и E-MORB.

Раннему девону отвечает и время формирования пикритоидов массива Морьт-Ула (391,6±3,5 млн лет, Ag–Ag по биотиту) в южной части хр. Алтан-Хухэй Монгольского Алтая. Спектр P3Э для этих пород ближе к толеитовым

базальтам, на мультиэлементной диаграмме выделяются сильные положительные K, Sr и умеренная отрицательная Nb–Ta аномалии. Приведённые датировки для базитовых тел хребта Цаган-Шибету и Морьт-Ула совпадают с временем формирования девонских вулканогенных комплексов Минусинского прогиба, Тувы и Западной Монголии. Присутствие на этом возрастном рубеже базитовых магм, отвечающих высоким степеням плавления, подтверждает правильность выделения крупной изверженной провинции для раннего девона.

Ранее предполагалось, что пикритовые и пикродолеритовые интрузивы, широко развитые в Барун-Хурайской котловине и в Заалтайском Гоби (Юго-Западная Монголия), следует коррелировать с проявлениями ультрамафит-мафитового магматизма, сопряжённого с Таримской крупной изверженной провинцией [2]. Особый интерес представляла связь с этим магматизмом раннепермских Cu–Ni месторождений Калатонг, Хуаньшань, Хуаньши и других в Северном Синьцзяне [3] и месторождения Максут в Восточном Казахстане [7]. Однако проведённое Ag–Ag и U–Pb датирова-

ние пикродолеритовых интрузивов этого района показало, что они имеют более ранний возраст и проявились в широком временном диапазоне.

Позднедевонско-раннекаменноугольный возраст получен для пикродолеритов массива Алтан-Гадас ($355,9 \pm 4,8$ млн лет, SHRIMP-II) в северной части Барун-Хурайской котловины, а также небольшого интрузива Тавын-Хундийн ($359,2 \pm 3,2$ млн лет, Ag–Ag по биотиту) в южной части Монгольского Алтая. Спектры РЗЭ для пород этих массивов практически идентичны, имеют устойчивый отрицательный наклон ($La_n/Yb_n = 1,9–4,8$) и более всего похожи на спектры толеитовых базальтов, однако отсутствие на мультиэлементном спектре Nb–Ta отрицательной аномалии не позволяет с достаточной уверенностью говорить об островодужной их природе (рис. 1). Следует отметить, что рассматриваемые массивы находятся по разную сторону от Центрально-Монгольского разлома и входят в состав различных террейнов. Однако и там и там они предшествуют массовому гранитообразованию в пределах Монгольского Алтая и Бурун-Хурайском террейне [9].

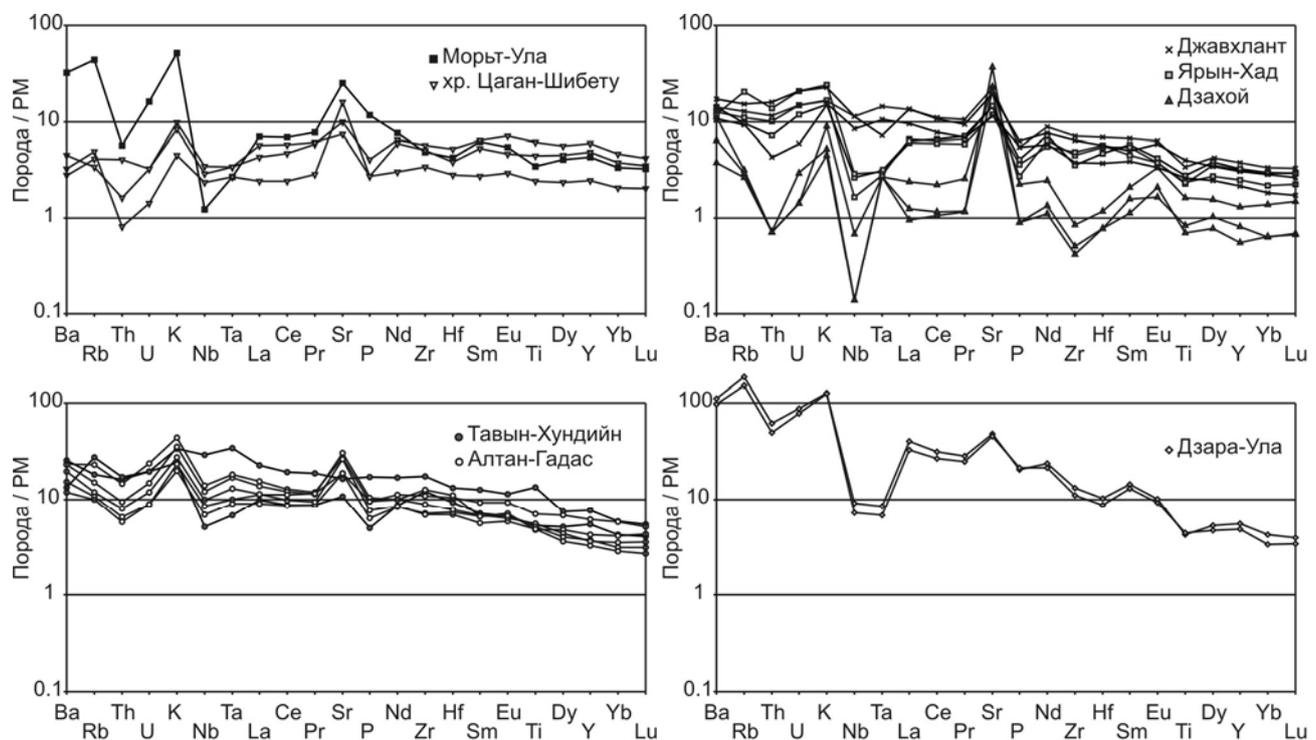


Рис. 1. Мультиэлементные диаграммы для пород изученных массивов, нормированные на состав примитивной мантии [8]

Среднекарбоневые датировки получены для ряда массивов, расположенных к востоку от Бурун-Хурайской котловины – в Гобийском Алтае и Заалтайском Гоби, а также в Ханхухэйском ареале в Северной части Монголии (рис. 2). Возраст $332,1 \pm 4,1$ млн лет (SHRIMP-II) получен для пикродолеритового интрузива Джавхлант, располагающегося в осевой части Гобийского Алтая в районе сомона Эрдэне. Примечательно, что с этим массивом связана рассеянная Cu–Ni сульфидная минерализация. РЗЭ спектры характеризуются плавностью с устойчивым отрицательным наклоном ($La_n/Yb_n = 3,83–5,0$); на мультиэлементных спек-

трах выделяется лишь положительная Sr аномалия. Датирование пикритоидов массива Ярын-Хад в Заалтайском Гоби южнее сомона Цэл показало среднекарбоневый возраст ($316,2 \pm 3,2$ млн лет, SHRIMP-II). РЗЭ спектры характеризуются более плавным наклоном, по сравнению с таковыми для массива Джавхлант, а на мультиэлементных спектрах помимо положительной Sr аномалии присутствует умеренная отрицательная по Ta и Nb. К этому же возрастному рубежу можно отнести массив Дзахой в Заалтайском Гоби (рис. 2), породы которого прорывают раннесреднекарбоневые вулканогенно-осадочные отложения. РЗЭ спектры для них зна-

чительно отличаются от рассмотренных ранее; $\Sigma PЗЭ$ составляет 8–16 ppm против 40–70, и появляется положительная Eu аномалия ($Eu_N/Eu^* 1,15–2,1$). На мультиэлементных спектрах выделяются сильная положительная Sr, отрицательные Th и Nb аномалии. В целом Дзахойский массив по породной ассоциации и геохимическим особенностям весьма схож с Хайерханским массивом. Соответственно, можно предполагать его формирование в надсубдукционной геодинамической обстановке.

На территории Ханхухэйского ареала, расположенного в южных отрогах хр. Ханхуэй южнее оз. Убус-Нур, находится комплекс вулканических и субвулканических (дайки и силы) пород, варьирующих по составу от лейцитовых трахибазальтов, субщелочных оливиновых базанитов и пикритов до тешенитов и мариуполитов. Для этого ареала карбоновые датировки (342–319 млн лет) получены авторами по сложной дайке слюдяных перидотитов, включающей пикриты и пикродолериты, района Ху-Цан-Булак и тешенитового силла Бомин-Хара-Ула [10].

Геодинамические условия проявления массивов карбонового этапа магматизма недостаточно ясны. На это время в Заалтайском Гоби предполагаются островодужные и окраинно-континентальные геодинамические обстановки [6, 11]. Однако некоторые авторы [12] для сопредельных территорий Синьцзяна выделяют карбоновый рубеж внутриплитной магматической активности. Рассматривая тектоническое положение и геохимические особенности среднекарбоновых массивов, мы предполагаем, что массив Дзахой представляет собой типичную островодужную камеру, находящуюся в составе карбоновой островной дуги (Заалтайский террейн), причленившейся с юга к более ранним структурам (Цэлский и Гоби-Алтайский террейны). Массив Джавхлант располагается в тыловой части активной континентальной окраины, существовавшей на то время, а Ярын-Хад, ассоциирующий с более поздней монцодиорит-гранитной серией, отвечает началу этапа генерации позднекарбоновых гранитоидов, широко развитых на южном флансе Монгольского Алтая, что фиксирует переход к активной континентальной окраине андского типа.

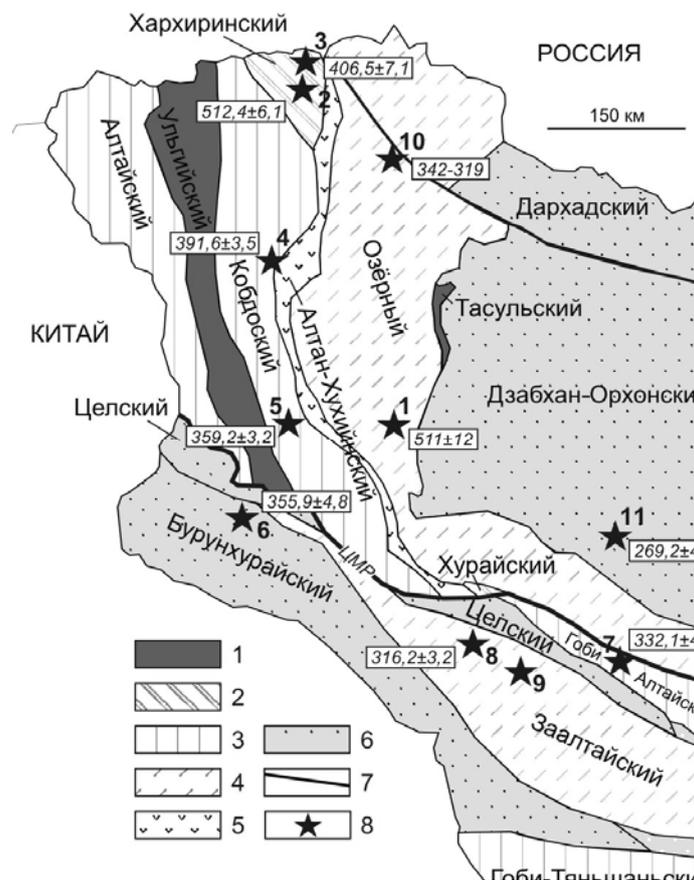


Рис. 2. Размещение пикродолеритовых интрузий на схеме тектонического районирования Западной Монголии [6]: 1–6 террейны: 1 – офиолитовые; 2 – аккреционные; 3 – флишиодные; 4 – островодужные; 5 – вулканогенные; 6 – активных континентальных окраин; 7 – крупные разломы; 8 – проявления базитового магматизма. Цифрами обозначены ареалы и массивы: 1 – Хайерханский; 2 – Урэгнурская вулcano-плутоническая ассоциация; 3 – интрузии хр. Цаган-Шибету; 4 – Морьт-Ула; 5 – Тавьин-Хундийн; 6 – Алтан-Гадас; 7 – Джавхлант; 8 – Ярын-Хад; 9 – Дзахой; 10 – Ханхухэйский ареал; 11 – Дзара-Ула

С проявлением пермского Таримского плюма, по результатам наших исследований, в Западной Монголии можно связывать базитовый магматизм южной части Хангайского поднятия и района хр. Хан-Тайшири. Ран-

непермский возраст получен для монцогаббро массива Дзара-Ула ($269,2 \pm 4,1$ млн лет, SHRIMP-II), расположенного в левобережье р. Дзавхан. PЗЭ спектры характеризуются сильным отрицательным наклоном с выполажи-

ванием в области тяжёлых элементов ($La_n/Yb_n = 9,1-9,3$); мультиэлементные спектры характеризуются умеренными Nb-Ta и Ti отрицательными аномалиями. Этот массив ассоциирует с раннепермским бимодальным вулcano-плутоническим комплексом, выделенным С.П. Гавриловой с соавторами [13]. По мнению В.В. Ярмолюка и других исследователей, такие бимодальные комплексы являются результатом проявления рифтогенеза, инициированного плюмовой активностью (Хангайский плюм), наложившейся на обстановку активной континентальной окраины [11]. В связи с этим авторы допускают, что к тому же времени следует отно-

ситель формирование пикродолеритовых интрузивов восточной части хр. Хан-Хухэй и Аргалантинского прогиба, где они также включаются в состав раннепермской вулcano-плутонической ассоциации.

Таким образом, на основании приведённых изотопных и геохимических данных в Западной Монголии выделяются раннесреднекембрийский, раннедевонский, позднедевонско-раннекаменноугольный, среднекаменноугольный и раннепермский рубежи проявления пикритоидного магматизма, характеризующегося различными геохимическими особенностями и геодинамическими обстановками формирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Габброидные формации Западной Монголии*: Тр. совместной сов.-монг. науч.-исслед. геол. экспедиции. Новосибирск: Наука. 1990. Вып. 46. 265 с.
2. *Поляков Г.В., Изох А.Э., Борисенко А.С.* Пермский ультрабазит-базитовый магматизм и сопутствующее Cu-Ni оруденение Гоби-Тяньшаньского пояса как результат таримского плюма // *Геология и геофизика*. 2008. Т. 49, № 7. С. 605–620.
3. *Jing Wen Mao, Franco Pirajno, Zuo Heng Zhang et al.* A review of the Cu-Ni sulphide deposits in the Chinese Tianshan and Altay orogens (Xinjiang Autonomous Region, NW China): Principal characteristics and ore-forming processes // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2008. Vol. 32, is. 2–4. P. 184–203.
4. *Изох А.Э., Вишневецкий А.В., Поляков Г.В. и др.* Раннекембрийская Урэгнурская платиноносная вулcano-плутоническая пикрит-базальтовая ассоциация Монгольского Алтая – индикатор кембро-ордовикской крупной изверженной провинции // *Геология и геофизика*. 2010. Т. 51, № 5. С. 665–681.
5. *Оюунчимэг Т., Изох А.Э., Вишневецкий А.В., Калугин В.М.* Изоферроплатиновая ассоциация минералов из россыпи реки Бургастайн-Гол (Западная Монголия) // *Геология и геофизика*. 2009. № 10. С. 1119–1131.
6. *Tectonic map of Mongolia*, scale 1:1000000, chief editor Tomurtogoo O., MRAM, 2002.
7. *Хромых С.В., Владимиров А.Г.* Габброиды и пикритоиды Чарской зоны (Восточный Казахстан): геохимия, возраст и геохимическая природа // *Материалы третьей международной конференции Ультрабазит-базитовые комплексы складчатых областей и связанные с ними месторождения*. Екатеринбург, 2009. Т. 2. С. 248–251.
8. *McDonough W.F., Sun S.-s.* The composition of the Earth // *Chemical Geology*. 1995. Vol. 120. P. 223–254.
9. *Гаврилова С.П., Зайцев Н.С., Павлов В.А., Яшина Р.М.* Гранитоидные и щелочные формации в структурах Западной и Северной Монголии М.: Наука, 1975. Вып. 14. 288 с.
10. *Поляков Г.В., Изох А.Э., Вишневецкий А.В., Травин А.В.* Новые данные о составе и возрасте пикритоидных и щелочно-базитовых комплексов Северо-Монгольского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса // *Доклады Академии наук*. 2010. Т. 433, № 1. С. 67–71.
11. *Ярмолук В.В., Коваленко В.И., Козаков И.К. и др.* Возраст Хангайского батолита и проблема батолитообразования в Центральной Азии // *Доклады Академии наук*. 2008. Т. 423, № 1. С. 92–98.
12. *Pirajno Franco, Jingwen Mao, Zhaochong Zhang, Zuoheng Zhang et al.* The association of mafic-ultramafic intrusions and A-type magmatism in the Tian Shan and Altay orogens, NW China: Implications for geodynamic evolution and potential for the discovery of new ore deposits // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2008. Vol. 32, is. 2–4. P. 165–183.
13. *Гаврилова С.П., Лучицкая А.И., Фрих-Хар Д.И., Оролмаа Д., Бадамгарав Ж. и др.* Вулcano-плутонические ассоциации Центральной Монголии М.: Наука, 1991. Вып. 50. 229 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 22 сентября 2010 г.