

rich zones // *Economic Geology*. 2005. V. 100. P. 707-732.

7. *Bea F., Fershtater G.B., Montero P., Whitehouse M., Levin V.Ya., Scarrow J.H., Abstrheim H., Pushkarov E.V.* Recycling of continental crust into the mantle as revealed by Kytlym dunite zircons, Ural Mts, Russia // *Terra Nova*. 2001. V. 13. N 1. P. 1-7.

УЛЬТРАМАФИТ-МАФИТОВЫЕ АССОЦИАЦИИ КРУПНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПРОВИНЦИЙ АЗИИ

Изох А.Э., Поляков Г.В.

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: izokh@uiggm.nsc.ru*

ULTRAMAFIC-MAFIC ASSOCIATIONS FROM LARGE IGNEOUS PROVINCES OF ASIA

Izokh A.E., Polyakov G.V.

*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia
e-mail: izokh@uiggm.nsc.ru*

Pt and Cu-Ni- bearing ultramafic-mafic assemblages are the indicators of Large Igneous Provinces. There are some stages of large-scale plum magmatism of LIP in Asia. Proterozoic LIP (1875 Ma) was shown by formation of layered ore-bearing intrusions in Kadar-Udokan region of Transbaikalia (Chiney, Luktur intrusions). Ultramafic-mafic intrusions of Kingash complex are a member of Riphean LIP, which are similar in every respect to Jinchuan deposit in Northern China. Picrite-dolerite intrusions of Zaisan region and Western Mongolia compare to same ultramafic-mafic intrusions with Cu-Ni deposits of Xinjiang province of Northwestern China. This intrusions are the reflection of Tarim mantle plum. Late Permian ultramafic-mafic assemblages of Northern Vietnam comprising Cu-Ni-PGE ores with regard to Emeishan LIP.

К крупным магматическим провинциям (Large Igneous Provinces) относятся континентальные платобазальты, вулканические и интрузивные образования пассивных окраин, океанические плато и другие проявления внутриплитного магматизма, которые сформированы в результате внедрения огромных объемов мантийных магм (> 1 млн. км³) за относительно короткое время [6]. В настоящее время усилия многих ученых направлены на изучение крупных магматических провинций и их металлогении, которые координируются Комиссией по крупным магматическим провинциям (www.largeigneousprovinces.org) [10].

Крупные магматические провинции установлены на протяжении всей истории Земли [6, 10]. Мезозойские и кайнозойские LIP характеризуются наилучшей сохранностью и представлены континентальными платобазальтами, вулканическими пассивных окраин, океанических плато, цепочками подводных гор и океанических островов, например, Северо-Атлантическая магматическая провинция (62-56 млн. лет), провинция Каруу – Феррар (182 млн. лет), океаническое плато Онтонг – Ява в Тихом океане. Наиболее ярким проявлением LIP является пермотриасовая провинция, связанная с Сибирским суперплюмом [2]. Магматизм этого этапа проявился в виде траппов и никеленосных и платиноносных ультрабазит-базитовых комплексов (Норильск, Маймеча-Котуйская провинция) на Сибирском кратоне, рифтогенных бимодальных ассоциаций Западной Сибири и Восточного Казахстана. В Селенгинском поясе Северной Монголии с этим этапом связаны проявления перидотит-троктолит-анортозит-габбровых массивов, с которыми установлено малосульфидное медно-платиновое оруденение (Номгонский массив). В восточной части Монголо-Охотского пояса также обосновано присутствие пермо-триасовых перидотит-габбровых массивов, которые ранее считались докембрийскими [1]. Диагностика раннепалеозойских и особенно докембрийских LIP в складчатых поясах затруднена из-за значительного уровня эрозион-

ного среза. При обобщении материалов по LIP Мира в интервале времени 1800-500 млн. лет устанавливается небольшое число проявлений, которые можно было бы относить к крупным изверженным провинциям. В то же время в южном обрамлении Сибирского кратона в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса широко распространены платиноносные ультрабазит-базитовые комплексы, являющиеся индикаторами крупных изверженных провинций [3].

Из обобщения материалов по LIP [6] следует, что индикаторными формациями этих рубежей являются крупные платиноносные ультрамафит-мафитовые ассоциации, независимо от их геодинамических условий проявления. Нами показано, что главные платиноносные ультрамафит-мафитовые формации подвижных поясов Центральной и Юго-Восточной Азии связаны с крупными изверженными провинциями [3]. При этом отчетливо выделяется несколько возрастных рубежей: позднепротерозойский, рифейский, раннепалеозойский, раннепермский (Таримский), позднепермский (Эмейшанский) и пермо-триасовый (Сибирский).

Для позднепротерозойской крупной изверженной провинции характерно формирование Чинейского, Луктурского и Верхнее-Сауканского расслоенных массивов в Кадаро-Удоканском районе Забайкалья. Этот этап отвечает внутриконтинентальному рифтогенному этапу (1890-1880 млн. лет), что позволяет сопоставлять их с платиноносным комплексом Fox River Sill провинции Сьюпериор в Канаде (1883 млн. лет), платиноносными и медь-никеленосными расслоенными интрузивами Восточной Кимберли в Австралии (1857 млн. лет).

Примером ультрамафит-мафитовой ассоциации рифейского возраста являются рудоносного (Cu-Ni-ЭПГ) интрузивы кингашского комплекса Канского блока Восточного Саяна и, возможно, ультрамафит-мафитовые интрузивы Бирюсинской глыбы, которые объединяются в Саянскую никеленосную провинцию. По геологическому положению, особенностям состава и внутреннего строения, характеру Cu-Ni и платиновой минерализации Кингашское Cu-Ni-ЭПГ месторождение хорошо сопоставляется с Джунчуаньским месторождением Северного Китая. Оценки времени их формирования также близки и соответствуют рифейской LIP в Центральной и Юго-Восточной Азии. Для Кингашского месторождения получены оценки времени кристаллизации ультрамафитов и габброидов 850 млн лет, а для Джунчуаньского месторождения – 825 млн лет.

На основе геологических, петролого-геохимических и геохронологических данных, полученным для пикритовых, габброидных и щелочнобазитовых ассоциаций в Центрально-Азиатском складчатом поясе обосновано выделение раннепалеозойской крупной изверженной провинции (LIP), для которой характерно аномально широкое развитие гранитоидных батолитов, которым предшествуют пикритовые и ультрамафит-мафитовые комплексы (<http://www.largeigneousprovinces.org/08may.html>). Высокая степень плавления литосферной мантии фиксируется широким развитием в кембры-ордовике пикритовых ассоциаций и расслоенных перидотит-габбровых интрузивов. По особенностям петрохимического и геохимического состава ультрамафит-мафитовые и мафитовые ассоциации этого этапа чрезвычайно разнообразны. Во многих террейнах аккреционно-коллизонного ансамбля установлены расслоенные низкотитанистые низкощелочные высокоглиноземистые ультрамафит-мафитовые интрузии, которые по геологическим особенностям и геохимическим характеристикам неотличимы от островодужных высокоглиноземистыми перидотит-габбровыми ассоциаций. Их отнесение к коллизонному этапу стало возможным только после изотопно-геохронологических исследований. К этому типу нами отнесены Запевалихинский, Шильдырхейский и Правотарлашкинский, Хайрханский массивы. Этому же этапу отвечает формирование Мажалыкского массива в Юго-Восточной Туве. Анализ размещения массивов этого типа показал, что они приурочены к террейнам имеющим островодужную природу, причем возраст островодужных систем может быть как позднерифейский (Восточный Саян), так и венд-кембрийский (Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Тува, Западная Монголия). Геохимические особенности массивов этого типа свидетельствуют об их генерации из истощенной надсубдукционной мантии. В ряде случаев предполагается участие граната в магмагенерирующем субстрате. В распределении РЗЭ наблюдается незначительное обогащение легкими лантаноидами ((Ln/Yb)_{ch}=1,7-8,3), а также некоторое обеднение тяжелыми лантаноидами ((Gd/Yb)_{ch}=1,1-2,0). На спайдер-диаграммах фиксируются отчетливые минимумы по Nb, Ta, Zr, Hf и Ti и максимумы для Sr.

На этом возрастном рубеже установлены дифференцированные дунит-клинопироксенит-габбровые массивы, которые образовались в результате фракционирования пикритовых или пик-

робазальтовых расплавов повышенной калиевой щелочности. Подобные интрузивы описаны и датированы в составе некоторых гранитно-метаморфических ядер Центральной Азии, например в хребте Дариби в Западной Монголии, в Восточном Саяне и в Приольхонье. К этому типу относится урэгнуурская пикритовая вулканно-плутоническая ассоциация, с которой связана россыпная ферроплатиновая минерализация.

Для ордовикского рубежа характерны также габбро-монцодиоритовые, габбро-диоритовые и габбро-сиенитовые интрузивы, широко распространенные в различных структурах Центрально-Азиатского складчатого пояса: когтахский комплекс в Кузнецком Алатау, гутарский комплекс в Восточном Саяне, зубовский комплекс в Туве, габбро-монцодиоритовые массивы в Западной Монголии. Иногда среди габбро-монцодиоритовых интрузивов описываются рвущие дайки пикритового состава, что свидетельствует об одновременном проявлении пикритового и лейкобазитового расплавов. Аналогичные пикритовые дайки исследованы в связи с габбро-монцодиоритовыми массивами Западного Сангилены, где они рассматриваются нами в качестве родоначальных расплавов для все ассоциации.

Широкое проявление разнообразного ультрамафит-мафитового магматизма в террейнах с различной мощностью и историей развития литосферной мантии позволяет для ордовикского этапа провести сопоставление особенностей геохимического состава базитовых магм и построить качественную модель взаимодействия плюма и литосферной мантии при формировании LIP в складчатом поясе.

Раннепермский рубеж LIP, который связан с проявлениями траппов на Таримской платформе, наметился только в последнее время [1, 9]. Ранее известен был только герцинский Cu-Ni-ЭПГ массив Калатонке в северо-западном Китае. В настоящее время в обрамлении Таримского и Джунгарского блоков разведано более 20 месторождений Cu-Ni руд связанных с пикритовыми и пикродолеритовыми интрузивами, возраст которых укладывается в узкий интервал времени 290-275 млн. лет. Подобные интрузивы известны в Восточном и Центральном Казахстане, при этом с некоторыми из них связаны Cu-Ni руды (Максутский массив). Нами обобщены данные о возрасте, особенностях состава и геодинамических условиях формирования пермских ультрабазит-базитовых комплексов Зайсан-Гобийской зоны Гоби-Тяньшаньского подвижного пояса как производных Таримского плюма [5]. В этой зоне и в соседних более древних структурах обрамления выявлены и разносторонне охарактеризованы многочисленные пикрит-долеритовые и другие ультрабазит-базитовые интрузии пермского возраста. Полученные данные свидетельствуют о высокой степени устойчивости характера проявления и состава пермских ультрабазит-базитовых комплексов по всему простиранию Зайсан-Гобийской зоны. По петрогеохимическим признакам они близки к магнезиальным трапповым интрузиям краевых зон платформенных областей, в частности, к рудоносным интрузивам Норильского района.

В Северном Вьетнаме позднепермский и пермтриасовый магматизм, связанный с Эмейшаньской крупной изверженной провинцией, проявился в рифтогенных структурах Шонгда и Шонгхием. Рифт Шонгда расположен в Северо-Западном Вьетнаме между сдвиговой системой Шонгхонг и сутурной зоной Шонгма. Производные ультрамафит-мафитового магматизма представлены в нем позднепермскими пикрит-андезит-базальтовым, диабаз-пикритовым и риолит-андезит-базальтовым комплексами повышенной щелочности и титанистости в бортовых частях этой структуры и ассоциацией высококомагнезиальных и низкотитанистых вулканитов коматиит-базальтовой серии – в осевой ее части. На основании геохимического и изотопно-геохимического исследования ($^{87}\text{Sr}/^{88}\text{Sr}$, $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$) коматиитов этой зоны было показано, что генерация высокомагнезиальных расплавов в этой зоне происходила из различных мантийных источников. Высокотитанистые пикриты генерировались из субконтинентальной литосферной мантии, тогда как коматииты – из деплетированной субокеанической литосферы, субдуцированной под Южно-Китайский континент [4, 8].

В зоне Шонгхиен ультрамафит-мафитовый магматизм Эмейшаньской LIP представлен позднепермским лерцолит-габбронорит-долеритовым комплексом Каобанг, объединяющим многочисленные малые интрузии ультраосновного и основного состава, с которыми связаны проявления Cu-Ni-ЭПГ оруденения. Становление массивов сопряжено с последовательным внедрением различных по составу интрузивных серий: ранней, включающей плагиолерцолиты и ассоциирую-

щие с ними верлиты, пикриты, пикродолериты и оливинные габбронориты, и более поздней, объединяющей долериты, субофитовые габбро, конгадиабазы и, в очень малых количествах, гра-нофиры. В районе массива Суойкун выявлены своеобразные пикриты со структурами закалки, которые можно рассматривать в качестве слабо дифференцированных комагматов этого массива.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (07-05-00825, 08-05-90304, 09-05-00716), а также при поддержке Совета по грантам Президента РФ для поддержке молодых российских ученых и ведущих научных школ (НШ-2715.2008.5).

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко А.С. Сотников В.И. Изох А.Э., Поляков Г.В., Оболенский А.А. Пермь-триасовое оруденение Азии и его связь с проявлением плюмового магматизма // Геол. и геофиз. 2006. Т. 47. № 1. С. 166-182.
2. Добрецов Н.Л. Крупнейшие магматические провинции Азии (250 млн. лет): сибирские и эмейшаньские траппы (платобазальты) и ассоциирующие с ними гранитоиды // Геол. и геофиз. 2005. Т. 6. № 9. С. 870-890.
3. Изох А.Э. Поляков Г.В. Чан Чонг Хоа, Балыкин П.А., Нго Тхи Фьонг. Пермь-триасовый ультрамафит-мафитовый магматизм Северного Вьетнама и Южного Китая как проявление плюмового магматизма // Геол. и геофиз. 2005. Т. 46. № 9. С. 942-951.
4. Поляков Г.В., Изох А.Э., Кривенко А.П. Платиноносные ультрамафит-мафитовые формации подвижных поясов Центральной и Юго-Восточной Азии // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 12. С. 1227-1241.
5. 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 // Геол. и геофиз. 2008. Т. 49. № 7. С. 605-620.
6. Abbott D.H.; Isley A.E. The intensity, occurrence, and duration of superplume events and eras over geological time // J. Geodynamics. 2002. V. 34. Is. 2. P. 265-307.
7. Coffin M.F., Eldholm O. Large Igneous Provinces – Crustal Structure, Dimensions, and External Consequences // Rev. Geophys. 1994. V. 32. Is. 1. P. 1-36.
8. Hanski E., Walker R.J., Huhma H., Polyakov G.V., Balykin P.A., Tran Trong Hoa, Ngo Thi Phuong. Origin of the Permian-Triassic komatiites, northwestern Vietnam // Contributions to Mineralogy and Petrology. 2004. V. 147. № 4. P. 453-469.
9. Mao J.W., Goldfarb R.J., Wang Y.T., Hart C.J., Wang Z.L., Yang J.M. Late Paleozoic base and precious metal deposits, East Tianshan, Xinjiang, China: Characteristics and geodynamic setting // Episodes. 2005. V. 28. Is. 1. P. 23-36.
10. Ernst, Richard E., Buchan, Kenneth L. Recognizing mantle plumes in the geological record // Annual Rev. Earth Planet. Sci. 2003. V. 31. P. 469-523.

ОФИОЛИТОВЫЕ И ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ПОЯСА КАВКАЗА – БИПОЛЯРНАЯ СОПРЯЖЕННОСТЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ

Исмаил-Заде А.Д.

*Институт геологии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
e-mail: arifismail@excite.com*

BIPOLAR CONJUGATION OF VOLCANO-PLUTONIC AND OPHIOLITIC BELTS IN THE CAUCASUS

Ismail-Zadeh A.J.

*Institute of Geology ANAS, Baku, Azerbaijan
e-mail: arifismail@excite.com*

In the geological construction of structural zones in the Greater and Lesser Caucasus there has been determined bipolarity and conjugation in the location of Mesozoic and Cenozoic volcano-plutonic (VP) and ophiolitic belts, reflecting their involvement in sutural zones of Paleo- and Mesozoic oceans.