

11. Холоднов В. В., Ронкин Ю.Л., Ферштатер Г.Б., Прибавкин С.В., Бородин Н.С., Лепихина О.П., Попова О.Ю. Новые Sm-Nd изотопные данные о возрасте Кусинского габбрового массива (Южный Урал) // Ежегодник-2005. Информ. сборник научных трудов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2006. С. 331-334

12. Холоднов В.В. Крупные титаномагнетитовые, ильменитовые и скарново-магнетитовые месторождения рифея и палеозоя в рифтовых структурах Урала и их генезис // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: Материалы / 7-я Межрегиональная научно-практическая конф. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. С. 208-210.

13. Холоднов В.В., Прибавкин С.В., Бочарникова Т.Д. Кусинско-Копанский интрузивный комплекс (Южный Урал): минералогия и условия образования магнетит-ильменитовых месторождений // Типоморфные минералы и минеральные ассоциации- индикаторы масштабности природных и техногенных месторождений и качества руд. Мат-лы Всероссийской научной конф. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 144-148.

14. Штейнберг Д.С., Кравцова Л.И., Варлаков А.С. Основные черты геологического строения Кусинской габбровой интрузии и залегающих в ней рудных месторождений // Вопросы геологии Урала. Часть 1. Тр. горно-геологического института. Вып. 40. Свердловск, 1959. С. 13-40.

ГАББРОИДЫ И ПИКРИТОИДЫ ЧАРСКОЙ ЗОНЫ (ВОСТОЧНЫЙ КАЗАХСТАН): ГЕОХИМИЯ, ВОЗРАСТ И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПРИРОДА

Хромых С.В., Владимиров А.Г.

Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия

e-mail: serkhrom@sbras.nsc.ru

GABBRO AND PICRITES IN CHARA ZONE (EASTERN KAZAKHSTAN): GEOCHEMISTRY, AGE AND GEODYNAMIC SETTINGS

Khromykh S.V., Vladimirov A.G.

Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia

e-mail: serkhrom@sbras.nsc.ru

We present the results of geochemical and geochronology studies of gabbroid and picritoid massifs in Chara zone, Eastern Kazakhstan (Argimбай intrusive belt). This intrusive belt consists of about 10 massifs composed by rocks of two associations: earlier gabbroids and later picritoids. The character feature of gabbroid association is the richness of alkali ($\text{Na}_2\text{O} = 4-5 \text{ wt.}\%$, $\text{K}_2\text{O} = 2-2.5 \text{ wt.}\%$), Ba (800-1000 ppm), Sr (600-900 ppm), Rb (15-40 ppm), that is indicate to forming their from enriched mantle source. The composition of picritoid association succeed idem in gabbroid association ($\text{Na}_2\text{O} = 2-4 \text{ wt.}\%$; $\text{K}_2\text{O} = 1-1.5 \text{ wt.}\%$; Ba = 250 ppm; Sr = 800 ppm; Rb = 10 ppm). The analysis of chemical composition of rock in both associations allows to conclude that they formed in antidiomorphic consecution: from earlier gabbroids to later picritoids the magnesia increased and silica with alkali accordingly decreased. So the magma formation happened with increasing of melting degree. The similarity of rare elements composition evident that both rock associations was formed from the identical mantle source. The age of gabbroid association was obtained on zircons by U-Pb Shrimp dating and equal to $293 \pm 2 \text{ Ma}$. The age of picritoid association was obtained on biotite and amphibole by $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating and equal to 278-280 Ma. These age data are very concordant to picritoid intrusions in NW China that formed owing to activity of Tarim plume.

Проявление базит-ультрабазитовых расплавов в коллизионных геодинамических обстановках до сих пор не получило общепринятого объяснения. Большой объем геологических, петрологических и изотопно-геохронологических данных по базит-ультрабазитовым комплексам, участвующим в строении коллизионных систем, полученный в последнее время, свидетельствует об активном участии мантийных расплавов при формировании коллизионных орогенов. Ряд исследователей связывает проявление мантийного магматизма в коллизионных зонах с верхнеман-

Были детально изучены три массива: Аргимбайский, наиболее крупный и петротипический для аргимбайского комплекса; Кокпектинский и Петропавловский массивы, содержащие породы как аргимбайского так и максутского комплексов. Аргимбайский массив имеет практически однородное строение и на 95 % сложен среднезернистыми габбро, небольшую распространенность имеют крупнозернистые монцогаббро, слагающие шлиры площадью до 20 м² и имеющие постепенные переходы с вмещающими габбро. Габброиды секутся редкими маломощными (5-7 см) жилами плагиосиенитов. Кокпектинский массив, расположенный в юго-восточной части Аргимбайского интрузивного пояса, представляет собой силл мощностью 300-400 м, в строении которого принимают участие породы как аргимбайского, так и максутского комплексов. Первые слагают подошву и кровлю силла, и представлены габбро и монцогаббро с жилами плагиосиенитов, вторые слагают два самостоятельных тела в центральной части силла и представлены пикродолеритами. В строении Петропавловского массива также принимают участие породы двух комплексов. Геологические наблюдения позволяют выделить в аргимбайском комплексе две фазы: раннюю с формированием слабодифференцированных однотипных среднезернистых габброидов, слагающих главный объем комплекса, и позднюю с формированием жил плагиосиенитов. Формирование максутского комплекса, по результатам изучения петротипического Максутского массива [4] происходило в антидромной последовательности от оливиновых габброидов до плагиоклазсодержащих пикритов и пикритовых порфиритов, а в пределах Аргимбайского интрузивного пояса представлены пикритоиды поздних фаз максутского комплекса.

В 2007-2008 гг. впервые был определен геохимический состав габброидов и пикритоидов Аргимбайского интрузивного пояса. Выявлено, что характерной особенностью габбро аргимбайского комплекса является их насыщенность щелочами (Na₂O = 4-5 мас. %, K₂O = 1,5-2 мас. %), повышенные концентрации TiO₂ (1,5-2 мас. %), P₂O₅ (0,5-0,7 мас. %), редкоземельных элементов (Σ РЗЭ = 190-270 г/т) и легких лантаноидов ([La/Yb]_N = 9-10), Ba (780-1000 г/т), Sr (580-980 г/т), Zr (240-380 г/т), Rb (11-36 г/т), что указывает на их формирование за счет обогащенного мантийного источника. Более поздние пикритоиды максутского комплекса наследуют петрогеохимические характеристики аргимбайской ассоциации – принадлежат к умеренно-щелочной серии (Na₂O = 2-4 мас. %, K₂O = 0,7-1,2 мас. %), сохраняют высокие концентрации редкоземельных и редких элементов, г/т: Σ РЗЭ = 70 Ba до 240, Sr до 830, Rb до 8, Zr до 90). Анализ состава пород Аргимбайского интрузивного пояса подтверждает геологически установленную антидромную последовательность генерации магм – при переходе от ранних (аргимбайский габбро-плагиосиенитовый комплекс) к поздним (максутский пикритоидный комплекс) базитам магнезиальность закономерно увеличивается, а кремнекислотность и щелочность соответственно уменьшаются. Магмообразование происходило с постепенным вовлечением в расплав более тугоплавких компонентов, то есть с увеличением степени плавления мантии.

Возраст пород Аргимбайского интрузивного пояса был определен U-Pb изотопным методом по цирконам для габброидов аргимбайского комплекса и Ar-Ar изотопным методом по роговой обманке и флогопиту для пикритоидов максутского комплекса. Определение возраста пород аргимбайского комплекса проводилось на ионном микрозонде SHRIMP- II в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). Для анализа была выбрана проба среднезернистых габбро Кокпектинского массива, датирование проводилось по индивидуальным зернам циркона. Было получено десять экспериментальных точек, указывающих на значение возраста в 293,2±2 млн лет. Определение ⁴⁰Ar/³⁹Ar возраста пород максутского комплекса было проведено в Аналитическом центре ИГМ СО РАН (г. Новосибирск) методом ступенчатого прогрева отдельно по монофракциям позднемагматических роговой обманки (паргасита) и флогопита из пикродолеритов Кокпектинского массива. В полученных возрастных спектрах для обоих анализов наблюдаются четкие плато, отвечающие возрастам 278±3 млн лет для роговой обманки и 280±3 млн лет для флогопита. Резюмируя, геохронологические данные позволяют установить возраст формирования габброидной ассоциации аргимбайского комплекса в ~ 290 млн лет, а пикритоидной ассоциации максутского комплекса в ~ 280 млн. лет.

Следует отметить, что в позднекаменноугольное-раннепермской время (300-270 млн. лет) на территории Алтайской коллизионной системы проявился разнообразный по составу и условиям проявления магматизм. В пределах Чарской зоны, помимо габброидов и пикритоидов, были

сформированы массивы, сложенные контрастными габбро-монцонит-сиенит-гранитными сериями (284 ± 5 млн лет), в пределах Калба-Нарымской зоны проявились габброиды и плагиограниты кунушского комплекса (307-299 млн. лет); в Калба-Нарымской и Жарма-Саурской зонах фиксируется начало формирования Жарминского и Калбинского гранитоидных батолитов (290-274 млн. лет). Кроме того, в сопредельных районах Северо-Западного Китая в последние годы получено большое количество датировок медь-никеленосных расслоенных массивов в 285-282 млн. лет, (U-Pb, Re-Os методы), формирование которых связано с активностью Таримского плюма [1].

Традиционно позднепалеозойский магматизм Восточного Казахстана (особенно гранитоидный) связывался с коллизионным тектогенезом, однако последние геохимические и геохронологические свидетельства синхронного мантийного магматизма в Чарской зоне привели к необходимости провести анализ геолого-структурных и петрологических данных для зоны косоугольного сочленения Сибирской и Казахстанской плит на пермское время [2]. Широкий спектр магматических комплексов, проявленных в узком возрастном интервале, позволил предположить активное влияние на процессы коллизионного тектогенеза автономных нижнемантийных плюмов. Для решения проблемы структурообразования в литосфере и энергетических источников магматизма было проведено: 3D математическое моделирование скоростей деформации литосферы с учетом ее реологической расслоенности, а также 3D математическое моделирование верхнемантийной конвекции под континентальной литосферой. Полученные результаты позволяют утверждать, что в случае косоугольного столкновения литосферных континентальных плит с мощностью 80-100 км («мягкая» коллизия) возбуждения мантии в виде отрыва слэбов и(или) даламинации литосферы недостаточно для масштабного проявления мантийно-корового магматизма. Другими словами для Алтайской системы количества тепла было недостаточно, чтобы обеспечить длительный и разнообразный по составу мантийный и коровый магматизм, масштабные деформации и высокотемпературный метаморфизм породных масс, который наблюдается в действительности [2]. Можно с уверенностью предполагать, что энергетическим источником, ответственным за эндогенную активность Алтайской коллизионной системы в позднем карбоне – ранней перми, был Таримский мантийный плюм, непосредственными петрологическими индикаторами активности которого являются габброиды и пикрититы Чарской зоны Восточного Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисенко А.С., Сотников В.И., Изох А.Э., Поляков Г.В., Оболенский А.А. Пермотриасовое орудование Азии и его связь с проявлением плюмового магматизма // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 1. С. 166-182.
2. Владимиров А.Г., Крук Н.Н., Хромых С.В., Полянский О.П., Червов В.В., Владимиров В.Г., Травин А.В., Бабин Г.А., Куйбида М.Л., Хомяков В.Д. Пермский магматизм и деформации литосферы Алтая как следствие термических процессов в земной коре и мантии // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 7. С. 621-636.
3. Добрецов Н.Л. Мантийные суперплюмы как причина главной геологической периодичности и глобальных перестроек // Докл. РАН. 1997. Т. 357. № 6. С. 797-800.
4. Ермолов П.В., Владимиров А.Г., Изох А.Э., Полянский Н.В., Кузубный В.С., Ревякин П.С., Борцов В.Д. Орогенный магматизм офиолитовых поясов (на примере Восточного Казахстана). Новосибирск: Наука, 1983. 207 с.
5. Моссаковский А.А., Руженцев С.В., Самыгин С.Г., Хераскова Т.Н. Центральнo-Азиатский складчатый пояс: геодинамическая эволюция и история формирования // Геотектоника. 1993. № 6. С. 3-33.
6. Хаин В.Е., Тычков С.А., Владимиров А.Г. Коллизионный орогенез: модель отрыва субдуцированной пластины океанической литосферы при континентальной коллизии // Геология и геофизика. 1996. Т. 37. № 1. С. 5-16.
7. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И. Глубинная геодинамика, мантийные плюмы и их роль в формировании Центральнo-Азиатского складчатого пояса // Петрология. 2003. Т. 11. № 6. С. 556-586.
8. Davies J.H., von Blanckenburg F. Slab break off: A model of lithosphere detachment and its test in the magmatism and deformation of collisional orogens // Earth Planet. Sci. Lett. 1995. V. 129. P. 85-102.
9. Ernst R.E., Buchan K.L., Campbell I.H. Frontiers in Large Igneous Province research // Lithos. 2005. V. 79. N 3-4. P. 271-297.
10. Houseman G.A., Molnar P. Gravitational (Rayleigh-Taylor) instability of a layer with non-linear viscosity and convective thinning of continental lithosphere // Geophys. J. Int., 1997. V. 128. N 1. P. 125-156.