

### Раннепермский (300–270 млн лет) магматизм Восточного Казахстана: результат сочетания плейт– и плюм-тектонических факторов

© *С. В. Хромых*<sup>1,2</sup>, *П. Д. Котлер*<sup>1,2</sup>, *А. Г. Владимиров*<sup>1,2</sup>, *А. Э. Изох*<sup>1,2</sup>, *Н. Н. Крук*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия.

E-mail: serkhrom@mail.ru

Приведен обзор раннепермского (300–270 млн лет) магматизма Восточного Казахстана. Показано, что объемы, состав и металлогеническая специфика магматических ассоциаций являются результатом сочетания процессов посторогенического растяжения литосферы на фоне активности Таримского мантийного плюма.

**Ключевые слова:** Центральная Азия; Таримский плюм; мантийно-коровое взаимодействие.

### Early Permian (300–270 Ma) Magmatism in Eastern Kazakhstan: Implications for Plate Tectonic-Plume Interplay

*S. V. Khromykh*<sup>1,2</sup>, *P. D. Kotler*<sup>1,2</sup>, *A. G. Vladimirov*<sup>1,2</sup>, *A. E. Izokh*<sup>1,2</sup>, *N. N. Kruk*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk, Russia. E-mail: serkhrom@mail.ru

The review of Early Permian (300–270 Ma) magmatism in Eastern Kazakhstan is given. The volume composition and ore specialization of the magmatic complexes are results of Interplay of post-orogenic extension processes and Tarim mantle Plume activity.

**Keywords:** Central Asia; Tarim mantle plume; mantle-crust interaction.

Территория Восточного Казахстана является центральной частью Алтайской коллизионной системы герцинид, образованной при косом столкновении Сибирского и Казахстанского палеоконтинентов. На посторогенном этапе развития, в ранней перми, на территории был проявлен масштабный вулканизм и базит-ультрабазитовый и гранитоидный магматизм. Краткий обзор этих ассоциаций приведен ниже.

В центральной части коллизионной системы расположено несколько мульд, заполненных субщелочными базальтами, андезибазальтами и андезитами. Базитовые породы содержат повышенные количества щелочей, калия, фосфора, титана, а также Ba, Zr, легких лантаноидов. U-Pb датирование цирконов из вулканических пород позволило получить значения возраста в 297–290 млн лет. В юго-восточной части территории известны два вулканических аппарата центрального типа, сложенные дацитами, риодацитами и риолитами. В них встречены субвулканические тела, содержащие гранатовые и клинопироксеновые дацит-порфиры. Результаты их петрологических исследований, показали, что их магмы были сформированы в нижнекоровых условиях (10 кбар) при T от 1100°C до 1200°C за счет частичного плавления коровых субстратов под воздействием мантийных магм [1].

В пределах Чарской зоны известны несколько ареалов развития сравнительно небольших массивов габброидов и пикритоидов. С габброидами связаны рудопроявления Ti, с пикритоидами — Cu-Ni-ЭПГ минерализация. Состав базит-ультрабазитовых пород характеризуется повышенной калиево-стью и обогащенностью несовместимыми элементами (легкие лантаноиды, Ba, Sr, Rb, Zr). Возраст габброидов оценен U-Pb датированием цирконов в 293±2 млн лет, а возраст пикритоидов — Ar-Ar датированием магматических амфибола и слюд в 280±3 млн лет. Сделано предположение, что формирование габброидов и пикритоидов произошло в результате термального взаимодействия мантийного плюма с литосферной мантией и включало два эпизода ее плавления [2].

В центральной части Чарской зоны среди раннекаменноугольных осадочно-вулканогенных пород расположены несколько относительно крупных многофазных интрузий, сложенных широким спектром пород — от габброидов и долеритов через монцодиориты и монцониты до граносиенитов, гранитов и лейкогранитов. Недавно было завершено детальное исследование пород Преображенского интрузива. Выявлено, что в процессе формирования интрузива происходило взаимодействие базитовых и гранитоидных магм на разных глубинных уровнях — на нижнекоровом уровне доминировало химическое смешение магм (миксинг) с образованием гибридных кварцевых монцонитов, на среднекоровом уровне частично контаминированные магмы взаимодействовали с образованием минглинг-структур, на верхнекоровом уровне базитовые магмы не взаимодействовали с гранитоидами, а внед-

рялись по трещинам в виде даек. Возраст формирования Преображенского массива оценен U-Pb датированием цирконов в 291–290 млн лет [3].

Масштабное переплавление осадочно-метаморфических толщ на посторогенном этапе привело к формированию крупных гранитоидных батолитов на месте турбидитовых палеобассейнов — Калба-Нарымского и Жарма-Саурского. Наиболее масштабно гранитоидный магматизм проявлен в Калба-Нарымской зоне. Геохронологические исследования последних лет позволили установить, что главный объем Калбинского батолита сформирован на посторогенной стадии в интервале 295–275 млн лет [4]. В составе Калба-Нарымского батолита выделено две главные ассоциации 1) гранодиорит-гранитная, сформировавшая главный объем батолита в интервале 296–286 млн лет назад, и 2) гранит-лейкогранитная, образовавшая несколько самостоятельных крупных массивов с возрастом 283–276 млн лет. Проведенное петрогеохимическое моделирование показало, что гранитоиды первой ассоциации формировались при частичном плавлении метапелитовых источников с участием небольшой доли метабазитового субстрата, а гранитоиды второй ассоциации — при плавлении метапелитовых субстратов в условиях привноса флюидом высоkozарядных и редких элементов [5]. Характерной особенностью Калбинского батолита является присутствие редкометалльных гранитных пегматитов, формирующих крупные промышленные месторождения Li, Be, Cs, Ta, Nb (Асубулак, Белогорское, Огневка, Кварцевое и др.). Их фаціальными аналогами являются пояса даек онгонитов северо-восточного простирания. Возраст редкометалльных пегматитов и онгонитов, установленный Ar-Ar датированием слюд, составил 290–285 млн лет. Исследования поясов онгонитовых даек позволило установить, что они содержат промышленные концентрации Li, Rb, Cs, обогащены F. Сформировавшиеся дайковые пояса магмы были образованы при дифференциации гранитоидных магм Калбинского батолита в условиях привноса с ювенильными флюидами рудных компонентов [6]. Источником ювенильных флюидов, обогащенных специфическими компонентами, мог являться подкоровый мантийный резервуар. Его производные являются наиболее поздними магматическими образованиями и представлены поясами базитовых даек северо-восточного простирания. Базиты представлены субщелочными долеритами, диоритами и лампрофирами и содержат повышенные концентрации Cs, Rb, Be, Li, Nb, Ta, F и В. Их возраст оценен U-Pb датированием цирконов и составляет 279 млн лет.

Обзор полученных данных свидетельствует что на территории Восточного Казахстана в интервале 300–270 млн лет назад было проявлен масштабный базит-гранитоидный магматизм. Породы мантийного генезиса являются субщелочными, геохимически обогащенными и отвечают породам внутриплитных (плюмовых) геодинамических обстановок. Исходя из полученных данных, целесообразно расширить область Таримской крупной магматической провинции на северо-запад, охватив территорию Восточного Казахстана. Столь значительное распространение термического возмущения в верхней мантии очевидно стало возможным благодаря процессам пост-орогенического растяжения после коллизии Сибирского и Казахстанского континентов. Реологическое ослабление литосферы позволило глубинным расплавам проникать в литосферную мантию, образовав крупные очаги базитовых магм. В дальнейшем развитие мантийно-корового взаимодействия происходило по двум сценариям (механизмам) — 1) прямое взаимодействие базитовых магм с коровыми субстратами на средне-верхнекоровых уровнях и 2) флюидное воздействие на процессы генерации и дифференциации гранитоидных магм.

Таким образом, современный геологический облик и металлогеническая специфика территории Восточного Казахстана является результатом плейт-тектонических процессов посторогенического растяжения на фоне повышенного термического градиента в мантии, вызванного активностью Таримского мантийного плюма.

*Работа выполнена в рамках проектов фундаментальных исследований ИГМ СО РАН (базовый проект № 0330-2016-0003), при поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 5.1688.2017/ПЧ, проект № 14.Y26.31.0018), РФФИ (гранты № 15-35-20815, 17-05-00825).*

#### *Литература*

1. Хромых С. В., Куйбида М. Л., Крук Н. Н. Петрогенезис высокотемпературных кремнекислых расплавов в вулканических структурах Алтайской коллизионной системы герцинид, Восточный Казахстан // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 4. С. 529–540.

2. Петрология и геохимия габброидов и пикритоидов Алтайской коллизионной системы герцинид: свидетельства активности Таримского плюма / С. В. Хромых [и др.] // Геология и геофизика. 2013. Т. 54. № 10. С. 1648–1667.

3. Мантийно-коровое взаимодействие в петрогенезисе габбро-гранитоидной ассоциации Преображенского интрузива, Восточный Казахстан / С. В. Хромых [и др.] // Петрология. 2018. Т. 26. № 4.
4. Позднепалеозойский гранитоидный магматизм Восточного Казахстана и Западного Забайкалья: тестирование плюмовой модели / С. В. Хромых [и др.] // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 5. С. 983–1004.
5. Котлер П. Д. Петрология гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан): диссертация на соискание уч. степени канд. геол.-мин-наук. Специальность 25.00.04 — петрология, вулканология. Новосибирск, 2017. 205 с.
6. Соколова Е. Н., Смирнов С. З., Хромых С. В. Условия кристаллизации, состав и источники редкометалльных магм при формировании онгонитов Калба-Нарымской зоны Восточного Казахстана // Петрология. 2016. Т. 24, № 2. С. 168–193.

**Хромых Сергей Владимирович**, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией Новосибирского государственного университета, старший научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск.