

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ  
ПРИ ОНЗ РАН  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ГИН РАН)  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

# **ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ-2023**

**Материалы LIV Тектонического совещания**

**Том 1**

Москва  
ГЕОС  
2023

УДК 549.903.55 (1)

ББК 26.323

Т 63

**Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2023. Материалы LIV Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2023. 328 с.**

ISBN 978-5-89118-862-4

Ответственный редактор

*К.Е. Дегтярев*

*На 1-ой стр. обложки: Деформации в породах нижнего ордовика в зоне Пясино-Фаддеевского надвига. Восточный Таймыр, р. Ключевка. Фото М.К. Данукаловой*

© ГИН РАН, 2023

© Издательство ГЕОС, 2023

**Новые геохимические и изотопные данные  
по магматическим породам Итмурундинского  
и Тектурмасского складчатых поясов  
Центрального Казахстана**

Палеозойские складчатые пояса Центрального Казахстана образовались на активных окраинах Палеоазиатского океана и являются частью Казахского ороклина. Итмурундинский (ИСП) и Тектурмасский (ТСП) складчатые пояса относятся к Джунгаро-Балхашской складчатой системе и имеют свое продолжение на территории северо-западного Китая (Китайская Джунгария) [3, 9, 10]. Они включают в себя отложения аккреционного комплекса, надсубдукционные образования и офиолитовую ассоциацию. В Итмурундинском поясе нами были изучены вулканические и субвулканические породы из аккреционного комплекса и офиолитового массива (массив Архарсу). В состав аккреционного комплекса входят образования трех свит: итмурундинской ( $O_{1-2}$ ), казыкской ( $O_{2-3}$ ) и тюретайской ( $O_3-S_1$ ). Итмурундинская свита представлена базальтами, кремнями, кремнистыми алевролитами, аргиллитами и сланцами. В составе казыкской свиты преобладают кремни, кремнистые алевролиты, аргиллиты и сланцы. Тюретайская свита сложена в основном кремнистыми алевролитами, аргиллитами и песчаниками. Офиолитовый массив представлен перидотитами, габбро и долеритами. В ТСП выделяются четыре структурно-формационные зоны, разделенные разломами – Успенская, Тектурмасская, Базарбайская и Нуринская. Тектурмасская зона состоит из серпентинитового меланжа в основании и отложений карамурунской, тектурмасской и сарытаусской свит. Карамурунская свита ( $O_1-O_2kr$ ) представляет собой меланж, состоящий из пиллоу-лав, лавобрекчий с олистолитами кремней и кремнистых сланцев. В состав тектурмасской свиты ( $O_{2-3}tk$ ) входят преимущественно ленточные кремни, кремнистые алевролиты и аргиллиты. Базарбайская зона включает образования кузекской и базарбайской свит. Кузекская свита ( $O_2kz$ ) состоит из пиллоу-базальтов, лавобрекчий, туфов, кремнистых алевролитов и аргиллитов. Базарбайская свита ( $O_{2-3}bz$ ) сложена ленточными кремнями, кремнистыми аргиллитами, туфами основного–среднего составов, песчаниками (граувакками).

---

<sup>1</sup> Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

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

С севера и юга вышеописанные зоны обрамляются Нуриной и Сарысуйской (Успенской) зонами, в строении которых участвуют в основном силурийско-среднедевонские флишевые и грубообломочные толщи. В Нуриной подзоне силурийско-девонские терригенные толщи перекрывают кремнисто-туфогенные породы, завершающие разрез офиолитов. В Сарысуйской подзоне флишевые и олистостромовые толщи содержат олистолиты и глыбы кремней тектурмасской свиты. В ТСП нами были изучены геохимические и изотопные характеристики магматических пород, относящиеся преимущественно к карамурунской и кузекской свитам.

Предыдущими исследователями были продатированы магматические породы данных регионов, но только из блоков в серпентинитовых меланжах. U-Pb возрасты по цирконам из плагиогранитов ИСП и ТСП составляют от 530 до 498 млн лет и от 453 до 473 млн лет соответственно [5, 6]. U-Pb возраст циркона из роговообманкового диорита из серпентинитового меланжа ИСП составляет около 500 млн лет [7]. По данным микропалеонтологических исследований ассоциирующие с вулканическими породами ИСП и ТСП глубоководные кремнистые осадки имеют средне-позднеордовикский возраст, определенный преимущественно по конодонтам [2, 4].

Вулканические и субвулканические породы ТСП и ИСП относятся как толеитовой, так и к известково-щелочной сериям. По соотношению кремнезема и суммы щелочей породы представлены базальтами и габброидами, но присутствуют и более кислые субщелочные и щелочные андезиты и дациты. По содержанию  $TiO_2$  базальты и андезибазальты обоих поясов можно разделить на три группы: высоко-Ti, средне-Ti и низко-Ti. Породы из низко-Ti группы ТСП характеризуются слабым обогащением лёгкими редкоземельными элементами (ЛРЗЭ), а породы этой же группы из ИСП показывают как обогащение, так и обеднение ЛРЗЭ ( $La/Yb_N = 1.7-2.2$  для ТСП;  $La/Yb_N = 0.3-9.6$  для ИСП). Для низко-Ti пород обоих поясов характерно наличие на спайдер-диаграммах отрицательной аномалии Nb при отношении  $Zr/Nb = 20-36$  для ТСП и  $Zr/Nb = 11-40$  для ИСП). Средне-Ti образцы имеют от горизонтальных до обедненных ЛРЗЭ спектры ( $La/Yb_N = 0.3-0.7$  для ТСП;  $La/Yb_N = 0.2-0.4$  для ИСП), средние отношения  $Zr/Nb$  (10-22 для ТСП; 26 для ИСП) и максимумы Nb по отношению к Th, но не к La. Для высоко-Ti пород как ИСП, так и ТСП отмечается обогащение ЛРЗЭ и дифференциация в области тяжелых (ТРЗЭ);  $La/Yb_N = 4.3-5.6$ ,  $Gd/Yb_N = 2.2-2.8$  для ТСП;  $La/Yb_N = 2.7-13.9$ ,  $Gd/Yb_N = 1.9-3.7$  для ИСП) при низких отношениях  $Zr/Nb$  (2.4-6.3 для ТСП, 3.3-8.7 для ИСП). На спайдер-диаграммах для них характерен максимум по Nb.

В отдельную группу как в ТСП, так и в ИСП можно выделить щелочные и субщелочные андезиты. Они характеризуются обогащением в

области ЛРЗЭ ( $La/Yb_N = 6.8-10.9$  для ТСП;  $La/Yb_N = 2.6-10.9$  для ИСП), дифференциацией в области ТРЗЭ ( $Gd/Yb_N = 1.6-2.5$  для ТСП;  $Gd/Yb_N = 1.4-3.1$  для ИСП), низкими отношениями  $Zr/Nb$  ( $5.7-5.9$  для ТСП;  $5.7-12.2$  для ИСП), отрицательной аномалией  $Ti$  и положительной  $Nb$  на спайдердиаграммах. В ИСП также зафиксированы андезиты, дациты и риолиты с иными геохимическими характеристиками, а именно: пологими и умеренно обогащенными ЛРЗЭ спектрами ( $La/Yb_N = 1.0-2.5$ ,  $Gd/Yb_N = 0.67-1.36$ ), отчётливыми минимумами  $Nb$  и  $Ti$ .

Все образцы Тектурмасского и Итмурундинского поясов характеризуются положительными значениями  $\epsilon Nd(t)$ . Базальтоиды средне- $Ti$  группы имеют самые высокие значения  $^{143}Nd/^{144}Nd$  и  $\epsilon Nd(t)$  соответственно ( $0.5131$  (ТСП)– $0.5132$  (ИСП);  $7.78$  (ИСП)– $8.05$  (ТСП)), тогда как высоко- $Ti$  образцы имеют самые низкие значения ( $0.5126-0.5128$  для ТСП;  $0.5127-0.5129$  для ИСП;  $3.53-6.77$  для ТСП;  $4.88-5.93$  для ИСП). Это позволяет предположить, что средне- $Ti$  породы, чей мантийный источник ближе к деплетированной мантии, образовались в зоне срединно-океанических хребтов, а высоко- $Ti$  базальтоиды из более обогащенного ОИВ-источника. Значения  $\epsilon Nd(t)$  для щелочного андезита ТСП самое низкое ( $2.12$ ), что также предполагает его образование из обогащенного мантийного источника.

В целом, представленные данные по магматическим породам предполагают их образование в разных геодинамических обстановках. Для высоко- $Ti$  базальтоидов характерны обогащение в области ЛРЗЭ и дифференциация в области тяжёлых, положительная аномалия  $Nb$  и низкие положительные значения  $\epsilon Nd(t)$ , что характерно для базальтов типа ОИВ. Щелочные и субщелочные андезиты со схожими геохимическими характеристиками, но имеющие минимум  $Ti$  также могли образоваться в обстановке океанического острова/симаунта, как например острова Тристан-де-Кунья [8]. Плоские до обедненных ЛРЗЭ спектры средне- $Ti$  базальтов, их положительная аномалия  $Nb$  относительно  $Th$ , но не  $La$  и самые высокие (близкие к деплетированной мантии) значения  $\epsilon Nd(t)$  предполагают их образование в обстановках срединно-океанического хребта. Для низко- $Ti$  базальтоидов, а также андезитов, риолитов и дацитов отмечаются от пологих до деплетированных ТРЗЭ спектры, выраженный минимум  $Nb$  и средние положительные значения  $\epsilon Nd(t)$ , что предполагает их образование в надсубдукционной обстановке. Схожие геологические данные, возраст и геохимические характеристики соответствующих групп пород обоих поясов говорит о том, что они образовались в пределах одного палеобассейна и были разделены в пространстве последующими тектоническими событиями.

Работа выполнена при поддержке проектов РНФ № 21-77-20022 и № 20-77-10051

## Литература

1. Геологическая карта СССР. 1:200 000. Серия Прибалхашская. Лист L-43-XI. Сост. В.Я. Кошкин, В.В. Галицкий. Южно-Казахстанское геологическое управление Министерства геологии и охраны недр СССР, 1960.

2. Новикова М.З., Герасимова Н.А., Дубинина С.В. Конодонты из вулканогенно-кремнистого комплекса Северного Прибалхашья // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. С. 1449–1451.

4. Сафонова И.Ю., Перфилова А.А., Обут О.Т., Савинский И.А., Чёрный Р.И., Петренко Н.А., Гурова А.В., Котлер П.Д., Хромых С.В., Кривоногов С.К., Маруяма Ш. Итмурундинский аккреционный комплекс (северное Прибалхашье): геологическое строение, стратиграфия и тектоническое происхождение // Тихоокеанская геология. 2019. Т. 38. № 3. С. 102–117. <http://dx.doi.org/10.1134/S1819714019030072>

5. Якубчук А.С. Тектоническая обстановка офиолитовых зон в палеозойской структуре центрального Казахстана // Геотектоника. 1990. Т. 5. С. 55–68.

6. Degtyarev K.E., Luchitskaya M.V., Tretyakov A.A., Pilityna A.V., Yakubchuk A.S. Early Paleozoic suprasubduction complexes of the North Balkhash ophiolite zone (Central Kazakhstan): Geochronology, geochemistry and implications for tectonic evolution of the Junggar-Balkhash Ocean // Lithos. 2021. V. 380–381. P. 105818.

7. Degtyarev K., Yakubchuk A.S., Luchitskaya M.V., Tolmachevaa T.Yu., Skoblenco (Pilityna) A.V., Tretyakov A.A. Ordovician supra-subduction, oceanic and within-plate ocean island complexes in the Tekturmas ophiolite zone (Central Kazakhstan): age, geochemistry and tectonic implications // International geology review. 2021. <https://doi.org/10.1080/00206814.2021.1969691>

8. Safonova I., Savinskiy I., Perfilova A., Gurova A., Maruyama S., Tsujimori T. The Itmurundy Pacific-type orogenic belt in northern Balkhash, central Kazakhstan: Revisited plus first U-Pb age, geochemical and Nd isotope data from igneous rocks // Gondwana Research. 2020. V. 79. P. 49–69.

9. Weit A., Trumbull R.B., Keiding J.K., Geissler W.H., Gibson S.A., Veksler I.V. The magmatic system beneath the Tristan da Cunha Island: Insights from thermobarometry, melting models and geophysics // Tectonophysics. 2017. V. 716. P. 64–76.

10. Windley B.F., Alexeev D., Xiao W., Kröner A., Badarch G. Tectonic models for accretion of the Central Asian Orogenic Belt // J. Geol. Soc. London. 2007. V. 164. P. 31–47. <http://dx.doi.org/10.1144/0016-76492006-022>

11. Xiao W.J., Huang B.C., Han C.M., Sun S., Li J.L. A review of the western part of the Altaids: A key to understanding the architecture of accretionary orogens // Gondwana Research. 2010. V. 18. P. 253–273 <http://dx.doi.org/10.1016/j.gr.2010.01.007>