

Породы, вмещающие калиптры, разбиты многочисленными разнонаправленными трещинами, заполненными кальцитом или буровато-коричневой смесью органического и глинистого материала (рис. 2). Возможно, развитие трещиноватости способствовало проникновению кремнезема в межкристаллические пустоты оболочек. С помощью СЭМ были обнаружены неопределимые остатки (рис. 3). Они имеют субизометричную форму, небольшой диаметр (~10 мкм), сложены кальцитом с незначительной примесью калия, натрия, магния и хлора.

Список литературы

1. Сенников Н. В., Лучинина В. А., Обут О. Т., Токарев Д. А., Хабибулина Р. А. Позднеордовикские «кораллово-микробиально-водорослевые луга» в северо-западной части Горного Алтая // Интерэкспо ГЕО-Сибирь: Мат. XIII Международной научной конференции. Новосибирск. 2017. Т. 1. С. 150–154.
2. Sennikov N. V., Obut O. T., Lykova E. V., Timokhin A. V., Gonta T. V., Khabibulina R. A., Shcherbanenko T. A., Kipriyanova T. P. Ordovician sedimentary basins and paleobiotas of the Gornyy Altai // Publishing House of SB RAS. Novosibirsk. 2019. 184 p.
3. Закирьянов И. Г., Сенников Н. В., Лучинина В. А. Биогенная природа и строение куполообразных микропостроек – калиптр в верхнеордовикских известняках центральной части Горного Алтая // Интерэкспо ГЕО-Сибирь: Мат. XVIII Международной научной конференции. Новосибирск. ИНГГ СО РАН. 2022. Т. 2. № 1. С. 186–193.

УДК 551.1/4, 571.15, 552.514

ТЕРРИГЕННЫЕ ПОРОДЫ ЗАСУРЬИНСКОГО АККРЕЦИОННОГО КОМПЛЕКСА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ: ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ, СОСТАВ, ВОЗРАСТ И ИСТОЧНИКИ СНОСА *

А. К. Крутикова^{1,2}, И. Ю. Сафонова^{1,2}, А. А. Перфилова¹, О. Т. Обут³

¹ Новосибирский государственный университет, Новосибирск

² Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск

³ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

Образования Засурьинского аккреционного комплекса (АК) по И. Ю. Сафоновой [1] (или засурьинской серии по Н. В. Сенникову [2]) представляют собой фрагменты позднекембрийско-раннеордовикской океанической коры Палеоазиатского океана, находящиеся в тектонических взаимоотношениях с окружающими раннекембрийскими (?) и позднеордовикско-силурийскими терригенными породами. Они входят в состав Чарыш-Теректинской сутурной зоны Северо-Западного Горного Алтая, состоящей из Инской, Курья-Акимовской, Чарышской, Засурьинской и Талицкой структурных единиц по М. М. Буслову [3] или из Чарышско-Инской, Талицкой и Ануйско-Чуйской структурно-фациальных зон по Н. В. Сенникову [2]. Отложения Засурьинского АК слагают Засурьинскую структурную единицу или представлены во всех трех структурно-фациальных зонах. В составе Засурьинского АК выделяется три свиты (снизу вверх): листовенная, талицкая и марчетинская [2]. Листовенная свита состоит из базальтов,

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №21-77-20022).

© А. К. Крутикова, И. Ю. Сафонова, А. А. Перфилова, О. Т. Обут, 2024

кремнистых и терригенных отложений. Палеонтологический возраст свиты определен по находкам в кремнях конодонтов аксайского и батырбайского веков позднего кембрия. Геохимический состав базальтов предполагает их океаническое происхождение [1]. Талицкая свита представлена чередующимися пачками зеленых и пестроцветных аргиллитов, алевролитов и песчаников. Радиолярии и конодонты в верхней части свиты позволяют установить ее возраст в интервале позднего тремадока – раннего фло. В остальной части свиты фауна отсутствует. Марчетинская свита сложена кремнями, аргиллитами, алевролитами и песчаниками с прослоями туфов. Конодонты, радиолярии и кремневые губки определяют возраст свиты на уровне флоского яруса [2]. Кирпично-красные кремни имеют массивную или ленточную текстуру и содержат остатки конодонтов и радиолярий батырбайского и тремадок-флоского возраста [2]. Кремнистые аргиллиты табачного, серого или зеленого цвета, сильно рассланцованные. Песчаники серого цвета, плохо сортированные, массивные или с блочной отдельностью. Ассоциация песчаников с глубоководными осадками и субвертикальное залегание слоев предполагают аккреционную природу Засурьинского АК [1, 2].

Распределение U-Pb-возрастов обломочных цирконов из песчаников трех свит имеет унимодальный характер, что указывает на их происхождение в обстановке внутриокеанической дуги. Основные пики возрастов приходятся на 488 (лиственная св.), 491 (талицкая св.) и 485 (марчетинская св.) млн лет. Незначительное количество цирконов с докембрийскими возрастными установлено только в образцах лиственной и талицкой свит. Максимальный возраст осадконакопления, который оценивается по средневзвешенному значению популяций самых молодых цирконов, из песчаников всех трех свит определен в интервале от 466 до 464 млн лет.

Петрографическое изучение показало, что все песчаники содержат обломки вулканических пород основного кислого состава, кремнистых осадочных пород, кварца и полевого шпата. По классификации Шутова [4] песчаники трех свит соответствуют полевошпатовым и кварц-полевошпатовым грауваккам. По классификации $\log(\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3) - \log(\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O})$ песчаники трех свит являются граувакками. По индексам химического выветривания ($\text{CIA} = 42-69$) и зрелости осадков ($\text{ICV} = 2,0-2,8$) песчаники являются незрелыми, слабо выветрелыми, что также характерно для граувакк. Для песчаников лиственной и талицкой свит характерны более высокие содержания кремнезема ($\text{SiO}_{2\text{ср.}} = 68,5 \%$), чем для песчаников марчетинской свиты ($\text{SiO}_{2\text{ср.}} = 58,5 \%$). По соотношению SiO_2 и породообразующих оксидов в песчаниках отмечаются отрицательные тренды по TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , которые характерны для магматических серий основного и среднего состава [5]. Спектры распределения концентраций редкоземельных элементов, нормированные на хондрит, и мультиэлементные спектры, нормированные на примитивную мантию, для песчаников всех трех свит ниже уровня PAAS. Форма и уровень концентраций всех спектров схожи, но песчаники лиственной свиты более обогащены легкими лантаноидами ($\Sigma\text{LREE}_{\text{ср.}} = 118$), чем песчаники талицкой ($\Sigma\text{LREE}_{\text{ср.}} = 104$) и марчетинской ($\Sigma\text{LREE}_{\text{ср.}} = 80$). На всех спектрах наблюдается отрицательная аномалия по Nb ($\text{Nb}/\text{La}_{\text{pm}} = 0,2-0,6$, $\text{Nb}/\text{Th}_{\text{pm}} = 0,1-0,3$), что также характерно для надсубдукционных вулканических пород.

Во всех образцах положительные значения $\varepsilon\text{Hf}(t)$ в цирконах (от +4,3 до +20,1) и $\varepsilon\text{Nd}(t)$ по породе (от +0,6 до +4,8), что указывает на ювенильные характеристики магматических пород в питающей провинции. Однако образцы лиственной и талицкой свит имеют более низкие значения $\varepsilon\text{Nd}(t)$ (+1,3 и +0,8 соответственно), чем образец марчетинской свиты (+4,7). Данные по изотопам Nd указывают на то, что образцы лиственной и талицкой свит содержат больше рециклированного материала, в то время как протолиты для песчаников марчетинской свиты имеют ювенильные характеристики. Данные по изотопам Hf свидетельствуют, что все магма-

тические протолиты песчаников Засурьинского АК происходят из ювенильного магматического источника, т. е. образовались в обстановке внутриокеанической дуги.

Геологическое положение песчаников, данные U-Pb цирконометрии, граувакковая природа и изотопно-геохимические характеристики предполагают, что песчаники всех трех свит Засурьинского АК образовались при разрушении магматических пород, сформированных в позднем кембрии – раннем ордовике в обстановке внутриокеанической дуги. Отложение песчаников происходило в преддуговом (марчетинская свита) и задуговом (лиственная и талицкая свиты) бассейнах, куда также мог попадать более кислый материал со смежной континентальной окраины или дуги.

Список литературы

1. Safonova I. Y., Sennikov N. V., Komiya T., Bychkova Y. V., Kurganskaya E. V. Geochemical diversity in oceanic basalts hosted by the Zasur'ya accretionary complex, NW Russian Altai, Central Asia: Implications from trace elements and Nd isotopes // Journal of Asian Earth Sciences. 2011. V. 42. № 3. P. 191–207.
2. Сенников Н. В., Обут О. Т., Буколова Е. В., Толмачева Т. Ю. Литолого-фациальная и биоиндикаторная оценка глубины формирования раннепалеозойских осадочных бассейнов палеоазиатского океана // Геология и геофизика. 2011. Т. 52. № 10. С. 1488–1516.
3. Буслов М. М., Сафонова И. Ю., Бобров В.А. Экзотический терреин позднекембрийско-раннеордовикской океанической коры в северо-западной части Горного Алтая (засурьинская свита): структурное положение и геохимия // Доклады Академии наук, 1999. Т. 368. № 5. С. 650–654.
4. Шутов В. Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 86–102.
5. Tatsumi Y. The subduction factory: How it operates in the evolving Earth // Geological Society of America Today. 2005. V. 15. № 7. P. 4–10.

УДК 551.793

ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕЙ ОБИ*

П. С. Левицкая

Новосибирский государственный университет, Новосибирск

Район исследований располагается в Ямало-Ненецком автономном округе на территории распространения четвертичных покровных оледенений, но южнее области приповерхностного залегания морских отложений. Объектом исследований являются четвертичные отложения аллювиального генезиса, обнажающиеся в береговых обрывах.

На территории Арктики и Субарктики основное внимание при изучении четвертичных покровов уделялось моренам и связанным с ними озерно-ледниковым отложениям [1–3], поскольку именно эти генетические типы являются основными стратиграфическими реперами

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-17-00140).

© П. С. Левицкая, 2024