



# ЛИТОЛОГИЯ И СЕДИМЕНТОЛОГИЯ

УДК 551.1/4, 552.514

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ДЕВОН-РАННЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПЕСЧАНИКОВ АГИНСКОГО ТЕРРЕЙНА, ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ\*

И. А. Батаев<sup>1,2</sup>, И. Ю. Сафонова<sup>1,2</sup>, А. К. Крутикова<sup>1,2</sup>, О. Т. Обут<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет, Новосибирск

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

<sup>3</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

Образования чиндантской, усть-борзинской и уртуйской свит входят в состав Агинского террейна Монголо-Охотского складчатого пояса, сформированного между Сибирским континентом и коллажем островных дуг Южной Монголии в ходе эволюции и закрытии Монголо-Охотского океана в позднем палеозое – начале мезозоя [1]. Чиндантская свита сложена филлитовидными серицит-кварцевыми сланцами, в которых присутствуют линзы и прослои туффитов, песчаников, яшмоидов, известняков. Раннедевонский возраст свиты определен по редким находкам ругоз в известняках. Усть-борзинская свита представлена филлитовидными серицит-кварцевыми сланцами с прослоями песчаников, яшмоидов и алевролитов. В верхней части разреза в песчаниках обнаружены споры, по которым определен средне-позднедевонский возраст свиты. Уртуйская свита состоит из базальтов, алевролитов, песчаников, конгломератов, известняков. Палеонтологический возраст нижнеуртуйской подсвиты определен по конодонтам из редких линз криноидных известняков позднего визея раннекаменноугольного периода [2]. В ходе полевых работ были детально изучены геологические разрезы свит на ключевых участках. Темно-серые и серо-зеленые песчаники чередуются с крутопадающими тонко рассланцованными аргиллитами и алевролитами. Контакты между толщами стратиграфические либо задернованы. Для определения вещественного состава и проведения U-Pb-датирования обломочных цирконов отобраны песчаники из чиндантской, усть-борзинской и уртуйской свит.

Песчаники чиндантской свиты мелко-среднезернистые серые; усть-борзинской свиты – мелко-среднезернистые светло-серые; уртуйской свиты – темно-серые, от мелко- до крупнозернистых, плохо сортированные. По петрографическому составу песчаники всех свит соответствуют грауваккам и содержат обломки магматических пород среднего и кислого состава,

---

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

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

осадочных пород, кварца и полевого шпата. В соответствии с классификацией Шутова [3] песчаники трех свит являются кварцевыми и кварц-полевошпатовыми граувакками. По геохимической классификации [4] песчаники являются граувакками и литаренитами. Согласно значениям индексов химического выветривания ( $CI_A = 61-69$ ) и зрелости осадков ( $ICV = 1,6-1,7$ ) все изученные песчаники являются незрелыми осадками, в области сноса которых преобладали породы со слабой степенью выветривания, что характерно для граувакк.

Содержания основных породообразующих оксидов для песчаников всех трех свит близки между собой:  $SiO_2 = 68-71$ ,  $TiO_2 = 0,5-0,6$ ,  $Al_2O_3 = 13,8-15,6$ ,  $MgO = 0,7-1,1$  мас.%. На бинарных диаграммах  $SiO_2$  – породообразующие оксиды наблюдаются отрицательные тренды по Ti, Al, Fe, которые также наблюдаются и для надсубдукционных вулканических пород основного-среднего состава [5]. Спектры распределения редких элементов, нормированных на хондрит, для песчаников всех свит схожи и ниже уровня PAAS. На мультиэлементных спектрах, нормированных на примитивную мантию, наблюдается отрицательная аномалия по Nb ( $Nb/La_{pm} = 0,3-0,6$ ,  $Nb/Th_{pm} = 0,1-0,2$ ), что характерно для надсубдукционных вулканических пород.

Поскольку изученные песчаники всех трех свит по петрографическому и геохимическому составу являются граувакками, т. е. незрелыми осадками первого цикла, то их образование связано с разрушением магматических дуг. Согласно дискриминационным диаграммам [6, 7], песчаники чиндантской, усть-борзинской и уртуйской свит образовались при размыве континентальной дуги или активной континентальной окраины. Диаграмма Zr/Sc–Th/Sc [8] показывает, что состав магматических протолитов для песчаников трех свит близок к дацитам, что в целом согласуется с данными по петрографии и геохимии.

### Список литературы

1. Гордиенко И. В., Метелкин Д. В., Ветлужских Л. И. Строение Монголо-Охотского складчатого пояса и проблема выделения Амурского микроконтинента // Геология и геофизика. 2019. Т. 60. № 3. С. 318–341.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М\_50 – Борзя / авторы Е. А. Шивохин, А. Ф. Озерский (отв. исполнители), Н. А. Артамонова, А. А. Духовский, В. В. Карасев, А. В. Куриленко, Т. Н. Надеждина, Ю. В. Павленко, Н. И. Раитина, Г. М. Шор. Научный редактор В. В. Старченко. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2010. 553 с. + 6 вкл. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», ФГУГП «Читагеолсъемка»).
3. Шутов В. Д. Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 86–102.
4. Pettijohn F. J., Potter P. E., Siever R. Sand and Sandstones // New York, Springer-Verlag. 1972. 553 p.
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.
6. Dickinson W. R., Beard L. S., Brakenridge G. R., Erjavec J. L., Ferguson R. C., Inman K. F., Knepp R. A., Lindberg F. A., Ryberg P. T. Provenance of North American Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting // The Geological Society of America Bulletin. 1983. V. 94. № 2. P. 222–235.
7. Bhatia M. R., Crook K. A. W. Trace elements characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1986. V. 92. P. 181–193.

8. McLennan S. M., Hemming S., McDaniel D. K., Hanson G. N. Geochemical approaches to sedimentation, provenance and tectonics. In: M. J. Johnsson, A. Basu (Eds.), Processes Controlling the Composition of Clastic Sediments // Geological Society of America Special Papers. 1993. V. 28. P. 21–40.

УДК 551.793

## К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ТЕРРАС В РАЙОНЕ Г. КРАСНОЯРСКА\*

Е. А. Бордюгова

*Новосибирский государственный университет, Новосибирск*

Участок исследования прилегает к долине Енисея на отрезке от поселка Бузим на севере до Красноярской ГЭС – на юге. Объект исследования – разрезы четвертичных отложений Среднего Енисея в районе города Красноярска и на прилегающей к нему территории. Актуальность работы вызвана необходимостью пересмотра и уточнения местной стратиграфической схемы долины р. Енисей в районе г. Красноярска основанной на выделении надпойменных региональных циклоклиматических террас. В литературе можно часто встретить одни и те же отложения, выделенные под разными названиями и, соответственно, отнесенные к разным террасам. И наоборот, часто описываются отложения, отнесенные к одной террасе, но встречающиеся в бортах реки на разных гипсометрических отметках. Сложившаяся ситуация абсолютно не приемлема, особенно на территории Красноярского мегаполиса, где непрерывно ведутся строительные работы. В настоящее время на территории Минусинских котловин выделяется 8 надпойменных террас (НПТ): пойменная терраса (2–6 м над Енисеем); I НПТ (4–8 м) – бузуновская; II НПТ (12–15 м) – ладейская; III НПТ (15–25 м) – красноярская; IV НПТ (25–35 м) – березовская; V НПТ (35–60 м) – лагерная; VI НПТ (60–80 м) – собакинская; VII (80–120 м) – торгашинская; VIII НПТ (120–135 м) – худоноговская. Иногда выделяется бадалыкская IX НПТ на высотах до 200 м. К концу XX в. начало складываться мнение о том, что террасовая стратиграфия долины Енисея должна быть пересмотрена. В результате полевых исследований в долине Среднего Енисея стало понятно, что закономерности строения четвертичных отложений, не получившие адекватного объяснения на основе концепции формирования лестницы террас, находят объяснение с учетом представлений о гляциальных суперпаводах, проходивших по долине Верхнего и Среднего Енисея при прорывах ледниковых плотин, перегораживавших выход из Дархадской межгорной котловины.

В результате полевых исследований 2023 г. под научным руководством д-ра геол.-минерал. наук И. Д. Зольникова был установлен новый порядок формирования четвертичных отложений долины Среднего Енисея в районе г. Красноярска. Он представляется в виде следующей последовательности: самые древние изученные отложения относятся к неогеновому водораздельному аллювию (aN) до енисейской гидросети. Эти галечники и пески вскрываются на выравненной поверхности на высоте 190–200 м над урезом воды. Ранее этот аллювий

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

© Е. А. Бордюгова, 2024