

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ОСТРОВОДУЖНОЙ СИСТЕМЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

В.Н. Коржнев

*Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукишина, Бийск,
E-mail: viktorkorzhev@mail.ru*

В районе сочленения Ануйско-Чуйской и Бийско-Катунской зон формировались отложения песчанской толщи и кратковременно существовала островная суша, представлявшая собой вулканические острова. Подводные излияния преобладали. Широкое развитие красноцветности позволяет предполагать небольшие глубины морского бассейна. Энсиматическая природа островодужной системы подтверждается преимущественно натровой специализацией базальтов и андезибазальтов песчанской толщи. Позднеостроводужный этап завершился метаморфизмом ранее сформированных комплексов. В результате косой субдукции в конце тремадокского времени островная дуга прекратила свое существование.

Ключевые слова: стратиграфия, верхний кембрий-тремадок, островодужный вулканизм, палеогеография, Горный Алтай.

DOI: 10.24412/2410-1192-16106

Дата поступления 9.05.2021

В современной структуре Горного Алтая можно видеть, нижнепалеозойские комплексы: палеоокеанические, островных дуг, междуговых бассейнов, при широком распространении покровно-надвиговых дислокаций и крупных шовных зон [1].

Горноалтайская островная дуга впервые выделена В.В. Волковым [2]. В составе островодужной системы выделялись поздневендско-раннекембрийская аккреционная призма, состоящая из субдукционного коллажа террейнов (офиолитов, океанических островов и поднятий), островная дуга, преддуговой и задуговой бассейны. Дискуссионными остаются вопросы относящиеся к геологоисторической интерпретации структурно-вещественных данных.

Основанием для написания статьи послужил фактический материал, собранный в процессе геологических съемок [3, 4], сопровождавшихся составлением литолого-стратиграфических разрезов и детальным картированием уло-

вых участков, в процессе которых были изучены кембрийские и тремадокские отложения Ануйско-Чуйской, Биско-Катунской и Уйменско-Лебедской зон, также закартирована пестроцветная слабо метаморфозованная песчанская толща с проявлением островодужного вулканизма, относимая предшественниками к горноалтайской серии. Проведена корреляция отложений песчанской толщи с разрезами других геологических структур Горного Алтая.

Результаты исследования и их об- суждение

Изученная нами территория северной части Горного Алтая охватывает тектонические единицы, выделявшихся ранее как Бийско-Катунский антиклинорий, Ануйско-Чуйский и Уйменско-Лебедской синклинии. Содержание этих понятий с учетом материалов геологических исследований последних десятилетий (1980–2020 гг.) применительно к конкретным структурам кардинальным образом изменилось. По-

этому нами использован термин «террейн» под которым подразумеваем участок земной коры, ограниченный разломами, который характеризуется стратиграфическими, магматическими, метаморфическими и структурными особенностями, тектонической историей, отличающей его от соседних геологических тел.

В восточных частях Ануйско-Чуйского террейна выделена верхнекембрийско-тремадокская песчанская толща, которая коррелируется с камлакской свитой западной окраины Бийско-Катунского террейна. В северо-западном Алтае верхнекембрийско-тремадокские отложения представлены глубоководными осадками и вулканами верхней части горноалтайской серии, выделенных в засурьинскую свиту.

Песчанская толща закартирована в юго-западной части Белокурихинского аллохтонного блока, где автором статьи впервые обосновывалось проявление тремадокского вулканизма [4]. По сходству литологического состава предположительно относиться к агайринской свите. Позднее отложения в бассейне р. Солоновки переименовали в песчанскую толщу [5]. По нашим наблюдениям эта толща пользуется широким распространением в бассейне рек Солоновки и Песчаной. Разрезы песчанской толщи в восточной окраине Ануйско-Чуйского террейна представлены ритмично-переслаивающимися голубовато-зелеными, реже лиловыми песчаниками и алевролитами. В верхних частях элементарных ритмов иногда проявляются слойки вишневых кремнисто-глинистых сланцев и кремней от нескольких мм до 1 см. Песчаники характеризуются полимиктовым составом, весьма слабой сортировкой и окатанностью обломочного материала, часто содержат туфогенную примесь, представленную удлиненным остроугольным плагиоклазом и перекристаллизованным вулканическим

стеклом. Среди этих пород изредка отмечаются маломощные прослои гравелитов и подводно-оползневых образований. Спорадически, например, у с. Лютаево, отмечаются олистолиты и олистоплаки различных размеров, представленные яшмоидами, туфами, фтанитами и известняками. Прослои, пачки вулканогенных пород и яшмоидов отмечаются довольно редко, и лишь в единичном случае, в разрезе по руч. Осиновый, их суммарное содержание достигает 20%. Это потоки и пачки базальтоидов мощностью от 20 до 200 м среди кремнисто-терригенных отложений, часто в переслаивании с туфолавами андезитов и силлами долеритов. По нашим наблюдениям в бассейне р. Солоновки в составе отложений преобладают зеленовато-серые и серые алевролиты, граувакковые песчаники, гравелито-песчаники, гравелиты, конгломераты, слагающие до 43% ее разреза. На долю вишнево-серых, лиловых алевролитов, кирпично-красных кремнисто-глинистых сланцев и яшмовидных силицилитов приходится 20%; красноцветных и зеленоцветных туфопесчаников, туфоалевролитов, туфогравелитов, туфоконгломератов – 15%; лав, туфолав и лавобрекчий базальтового, андезибазальтового состава – 13%; туфов андезибазальтовых, андезитовых порфиритов – 9%. Преобладали подводные излияния с коэффициентом эксплозивности до 43. В незначительных количествах в составе отложений присутствуют линзы мраморов. В разных частях разреза соотношение перечисленных пород варьирует в широких пределах, в целом отмечается увеличение роли вулканогенных пород в верхней и средней частях разреза. Осадочные породы обычно слоистые, слоистость линзовидно-полосчатая с мощностью слоев от 1–2 мм до 10–15 см, реже до 1–1,5 м и более. Основание отложений не вскрывается.

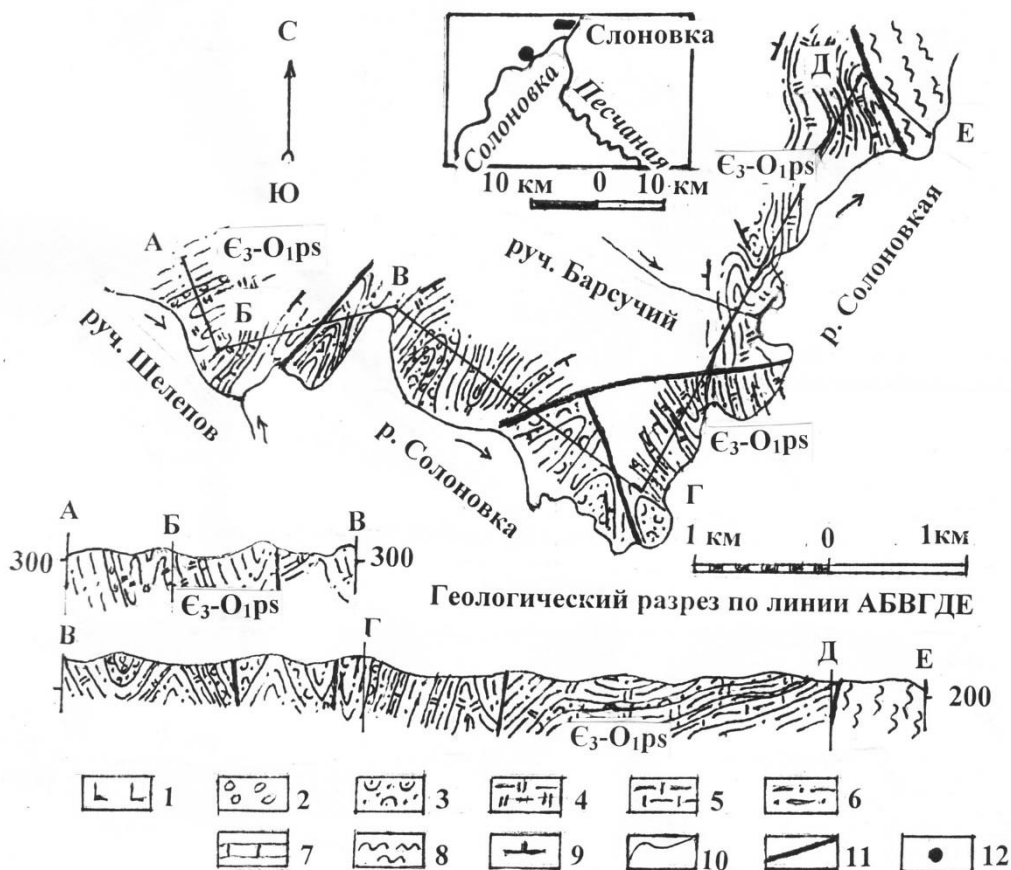


Рис. 1. Геологический разрез песчаной толщи по р. Солоновке:

1 – лавы базальтов и андезибазальтов; 2 – мелкогалечные туфогенные конгломераты, полимиктовые гравелиты; 3 – мелкозернистые туфопесчаники; 4 – переслаивание красноцветных алевролитов и кирпично-красных яшмовидных силицилитов, потоки пропилитизированных диабазов; 5 – красноцветные алевролиты; 6 – алевролиты темно-зеленые с прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников, красноцветных алевролитов; 7 – горизонты и линзы темно-серых известняков; 8 – кристаллические сланцы белокурухинского метаморфического комплекса; 9 – элементы залегания геологических тел; 10 – стратиграфически согласные границы; 11 – разломы; 12 – расположение разреза. Свита: O_{1ps} – песчаная толща.

Типичный разрез нижней части песчаной толщи изучен автором по р. Солоновке (рис. 1). Его составляют снизу следующие пачки слоев:

1. Алевролиты зеленовато-серые – 50 м.
2. Переслаивание зеленовато-серых и вишнево-серых алевролитов (слои 1–3 м) – 40 м.
3. Красноцветные мелкогалечные туфо-конгломераты – 7 м.
4. Переслаивание вишнево-серых и зеленовато-серых алевролитов (слои 1–3 м), прослой (до 1 м) кирпично-красных яшмовидных силицилитов, единичные лин-

зы (0,3 м) белых мелкокристаллических мраморов – 15 м.

5. Алевролиты зеленовато-серые известковистые – 30 м.
6. Вишнево-серые алевролиты с линзами (до 30–40 см) зеленовато-серых алевролитов и вишнево-серых туфогравелитов и туфогравелито-песчаников – 20 м.
7. Туфогравелиты вишнево-серые – 0,7 м.
8. Алевролиты зеленовато-серые – 1,5 м.
9. Алевролиты вишнево-серые с линзами (1–2 см) зеленовато-серых алевролитов – 1 м.

10. Алевролиты зеленовато-серые с линзами (1–2 см) вишнево-серых алевролитов и в средней части с линзой 0,5 м кирпично-красных яшмовидных силицилитов – 3 м.
11. Лавовый поток лилово-серых порфировых андезибазальтов – 0,5–2 м.
12. Алевролиты зеленовато-серые с линзами (до 30–40 см) вишнево-серых алевролитов – 1,5 м.
13. Алевролиты вишнево-серые – 1,5 м.
14. Темно-зеленые пропицитизированные диабазовые порфириты – 10 м.
15. Алевролиты зеленовато-серые известковистые – 60 м.
16. Туфогравелиты зеленовато-серые – 10 м.
17. Кирпично-красные яшмовидные силицилиты с линзами (до 1–1,5 м) зеленовато-серых туфогравелитов – 10–80 м.
18. Лилово-серые туфогравелиты и туфопесчаники – 10–20 м.
19. Голубовато-зеленые апоалевритовые метаморфические сланцы с прослоями (2–3 см) лиловых алевролитов, алевропесчаников и линзочками песчаных известняков – 30 м.
20. Алевролиты лилово-серые – 30 м.
21. Туфопесчаники мелкозернистые серовато-зеленые – более 20 м.

Далее отложения срезаются разломами субмеридионального и субширотного направления, а также ограничиваются слабообнаженными участками. Мощность отложений более 430 м.

За разломом разрез наращивается, сохраняя характер и состав отложений. Здесь выделен 51 горизонт суммарной мощностью более 1500 м.

Характер и состав отложений верхней части песчаной толщи иллюстрируется изученным нами геологическим разрезом по руч. Осиновому (левому притоку р. Песчаной) (рис. 2). Здесь снизу обнажаются следующие пачки слоев:

1. Туфопесчаники зеленовато-серые и вишнево-серые – более 280 м.
2. Туфолавы порфировых андезибазальтов – 40 м.

3. Переслаивание зеленовато-серых и лиловых алевролитов – 220 м.
4. Конгломераты коричневатого-серые мелкогалечные – 20 м.
5. Туфоалевролиты белесые с лиловым и зеленым оттенком – 110 м.
6. Переслаивание зеленовато-серых и лиловых алевролитов с прослоями лиловых среднезернистых известковистых песчаников – 80 м.
7. Конгломераты светло-желтовато-коричневые мелкогалечные известковистые – 20 м.
8. Алевролиты зеленовато-серые известковистые с будинами (до 20 см) темно-серых известняков и единичными горизонтами (до 5–10 см) серых брекчированных известняков – 100 м.
9. Темно-вишневые миндалекаменные андезибазальтовые порфириты – 90 м.
10. Алевролиты зеленовато-серые – 20 м.
11. Известняки крупнообломочные – 10 м.
12. Песчаники серые грубозернистые кварцевые известковистые – 10 м.
13. Светло-серые серицит-хлоритовые сланцы по пепловому туфу – 50 м.
14. Туфопесчаники темно-вишневые – 20 м.
15. Алевролиты лилово-серые – 20 м.
16. Зеленовато-серые и лилово-серые крупнообломочные туфы порфировых андезибазальтов, в верхней части – с прослоями зеленовато-серых туфопесчаников и туфоалевролитов – 70 м.
17. Алевролиты зеленовато-серые – 90–100 м.
18. Светло-серые серицит-хлоритовые сланцы по пепловому туфу – 50 м.
19. Лилово-серые туфопесчаники – 10 м.
20. Переслаивание лиловых алевролитов и светло-серых серицит-хлоритовых сланцев по пепловому туфу – 90 м.
21. Светло-серые серицит-хлоритовые сланцы по пепловому туфу – 90 м.
22. Туфопесчаники темно-вишневого цвета – 40 м.
23. Серые крупнообломочные известняки – 6 м.

24. Лилово-серые крупнообломочные туфы порфировых андезибазальтов – 110 м.

25. Темно-серые пузыристые лавы порфировых андезибазальтов – 80 м.

26. Переслаивание алевролитов зеленовато-серых и лилово-серых – 70 м.

Мощность по разрезу превышает 1840 м

Мощность песчаной толщи – более 3500 м.

Петрохимические материалы по песчанской толще, собранные в процессе геологической съемки [4], проанализированы в работе [5]. По петрохимическим особенностям среди базальтоидов преобладают среднетитанистые (1,3 % TiO_2) лейкобазальты, в подчиненном количестве отмечаются андезиты и дациты. Породы характеризуются крайне низкой калиевоностью (0,12 % K_2O в лейкобазальтах), высоконатриевым уклоном ($Na_2O/K_2O=17$, при содержании Na_2O в лейкобазальтах 4,7%), высокой железистостью ($FeO^*/MgO=1,8-5$ в лейкобазальтах) низкой глиноземистостью ($<16\%$ Al_2O_3 в лейкобазальтах, $<14\%$ Al_2O_3 в андезитах), что типично для толеитовых серий.

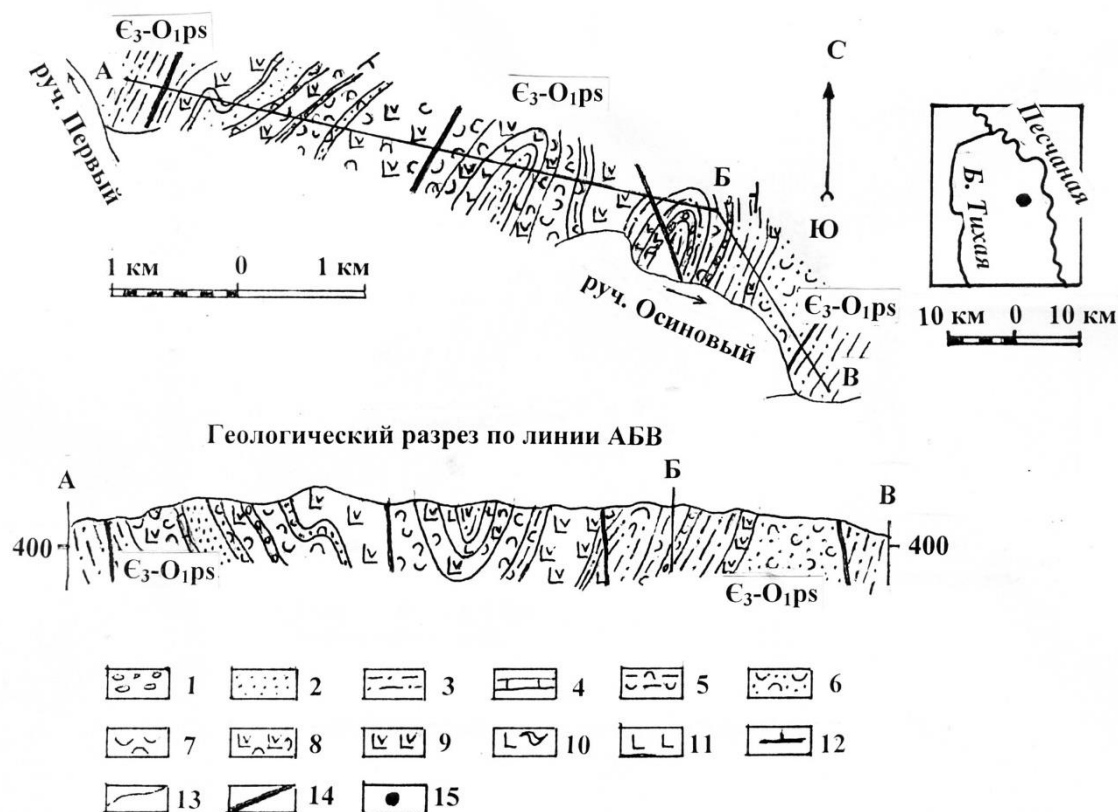


Рис. 2. Геологический разрез песчанской толщи по руч. Осинovому, левому притоку р. Песчаной:

1 – красноцветные и сероцветные мелкогалечные известковистые; 2 – переслаивание красноцветных песчаников, туфопесчаников, туфоалевролитов, пепловых туфов и алевролитов; 3 – переслаивание сероцветных и красноцветных алевролитов с прослоями известковистых алевролитов и пепловых туфов; 4 – горизонты обломочных известняков; 5 – пестроцветные туфоалевролиты; 6 – красноцветные туфопесчаники; 7 – переслаивание красноцветных алевролитов и серицит-хлоритовых сланцев по пепловым туфам; 8 – красноцветные крупнообломочные туфы андезибазальтов; 10 – туфолавы андезибазальтов; 11 – лавы базальтов; 12 – элементы залегания геологических тел; 13 – стратиграфически согласные границы; 14 – разломы; 15 – расположение разреза. Свита: O_1ps – песчанская толща.

По содержанию Ti, Zr (98 г/т), Y (34 г/т), Nb (4,5 г/т) базальтоиды близки к толеитам COX, однако высокие отношения FeO*/MgO содержания Sr (330 г/т) более характерны для пород островодужных серий. Отмечается сходство базальтоидов с вулканитами средне-позднекембрийскими орлиногорско-ариничевского и позднекембрийско-раннеордовикскими чебуринско-краснянского комплексов Салаира.

Песчанская толща классифицируется автором статьи как вулканогенно-терригенная (олистоостромовулканокластическая) дацит-андезитлейкобазальтовая ассоциация фаций, фиксирующая заключительную стадию развития островодужной системы.

Камлакская свита выделена В.Д. Ермиковым, Л.Л. Зейфертом, З.Е. Петруниной [6–8] и слагает ряд мелких грабенообразных структур по правому и левому берегам р. Катунь в районе поселков Камлак, Верх-Аноси, Усть-Муны в пределах Бийско-Катунского террейна. Отложения свиты представлены чередующимися пачками мелко-водно-морских и прибрежных пестроцветных терригенных (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты) и карбонатных (известняки, часто глинистые, алевролитистые и песчанистые) пород. Подошва свиты не вскрывается, западнее пос. Верх-Анос она с несогласием перекрывается отложениями верхнеануйской серии следующего этапа развития региона. В стратотипическом разрезе по р. Камлак снизу залегают следующие пачки слоев [6]:

1. Лиловые, лилово-серые и сургучно-красные алевролиты и аргиллиты в разной мере известковистые, участками с «плавающей» галькой темно-серых известняков и черных кварцитов, а также горизонтами (6–8 м) светло-серых, розово-серых известняков с остатками трилобитов: *Acrocephalina contracta* Petr., *Bilacunaspis* sp., *Proapatokephalops altaicus* Petr., *Lusampa cupoides* Petr., *Niobella altaiensis* Petr., *Sibiriopeltis eximius*

Petr. и др. В верхней части пачки появляются прослой серых тонкозернистых кварц-полевошпатовых песчаников, в кровле – пласт (2 м) мелкогалечных конгломератов с галькой яшмоидов и гранитов – более 120 м.

2. Грубое переслаивание серых, лилово-серых и пестроцветных алевролитов, алевропесчаников, разнозернистых кварц-полевошпатовых песчаников, мелко- и среднегалечных конгломератов с галькой кварцитов, порфиринов, кристаллических сланцев, гнейсов и известняков. В нижней части горизонт (34 м) светло-серых массивных известняков с прослоями, линзами лилово-красных известняков и остатками трилобитов *Niobella altaiensis* Petr., *Kaltykelina altaica* Petr., *Glaphurus kamlakianus* Petr., *Apatokephalus kamlakensis* Petr. и др., брахиопод *Apheortis vicina* (Walc.), *Finkelburgia* ex gr. *arbucklensiformis* Sev., *Nanorthis shoriensis* Sev. – 190 м.

3. Светло-серые массивные известняки в нижней части с линзами и прослоями (1–3 м) красноватых и бурых известняков с остатками трилобитов *Niobella altaiensis* Petr., *Kaltykelina altaica* Petr., *Glaphurus kamlakianus* Petr., *Amzasskiella mirabilis* Polet. и др. – 250 м.

4. Грубое переслаивание серых, красновато-серых разнозернистых песчаников, мелкогалечных конгломератов, редко прослой алевролитов – 123 м.

5. Сургучно-красные алевролиты и аргиллиты – 170 м.

6. Мелко- и среднегалечные конгломераты, гравелиты песчаники, редко линзы красновато-серых известняков с обломками трилобитов и брахиопод – 115–170 м.

7. Алевролиты и аргиллиты сургучно-красные, в кровле зеленовато-серые с прослоями песчаников и известняков. В алевролитах найдены хитинозои *Desmochitina minorerinaea* Eisenack – более 220 м.

8. Мелко-среднегалечные конгломераты, в средней части прослой известняка с остатками трилобитов *Euloma shorica*

Petr., *Shumardia pusillina* Polet., *Kaltykelina* sp., *Apatokephalus* ex gr. *serratus* (Sars.), *Glaphurus* sp., *Amzasskiella mirabilis* Polet. и др. – 35 м.

9. Сургучно-красные алевролиты и аргиллиты в верхней части с линзами и прослоями зелено-серых песчаников, красноцветных «желваковых» известняков, черных и серых глинистых известняков, желтовато-серых алевролитов с остатками граптолитов *Bryograptus* aff. *ramosus* Brugger, *B.* aff. *kjerulfi* Lapworth, *Triograptus osloensis* Mons, *Aletograptus hyperboreus* Obut et Sob. и др., трилобитов *Apatokephalus* ex gr. *serratus* (Sars.), *Kaltykelina gracilis* Petrun., *Amzasskiella mirabilis* Polet., *Hysterolenus verus* Petr. и др. – 373 м.

10. Мелко- и среднегалечные конгломераты – 330 м.

11. Серые, зеленовато-серые разнозернистые полимиктовые песчаники – более 30 м.

Мощность свиты по разрезу составляет более 2000 м.

Сходный характер отложений установлен в тектонических блоках в районе пос. Верх-Анос. Ранее отложения данного участка рассматривались в составе вулканогенно-осадочной агайринской свиты [9]. В последние годы установлено, что вулканогенные образования тектонически совмещены с отложениями тремадока и относятся к онгудайской свите девона [10].

Камлакская свита подразделяется на три подсвиты [9]: нижнюю – по многочисленным находкам трилобитов отнесенную к добринскому горизонту, среднюю – по трилобитам и брахиоподам коррелируемую с нижней частью таянзинского горизонта и верхнюю – по трилобитам, брахиоподам и граптолитам, сопоставляемую с верхней частью таянзинского горизонта [7, 11]. Органические остатки датируют отложения камлакской свиты тремадокским веком (добринское и таянзинское время по региональной шкале), что позволяет сопоставлять их с отложениями чойской и

ишпинской свит Кебезенского блока Уйменско-Лебедской структурно-фациальной зоны. Палентологическое изучение камлакской свиты позволило надежно обосновывают возраст как таянзинский и добринский горизонт верхнего кембрия и такошинский горизонт тремадокского яруса.

Засурьинская свита выделена О.П. Горяиновой в 1956 г. по р. Засурья, правому притоку р. Чарыш [12]. В последние годы засурьинская свита рассматривается в качестве серии [13] в Талицком блоке, охватывающей глубоководные отложения ордовика.

Базальтово-кремнисто-терригенная засурьинская свита выделена и закартирована в пределах Чарышско-Инского, Талицкого блоков Ануйско-Чуйского террейна. Она сложена сургучно-красными и зелеными кремнистыми породами, кремнистыми аргиллитами, гематитовыми яшмоидами, пестроцветными песчаниками, пиллоу-лавами вариолитовых, афировых, реже пироксеновых, плагиоклазовых и пироксен-плагиоклазовых порфировых базальтов, их туфами. В состав магматической ассоциации засурьинской свиты входят дайки габбро и габбро-диабазов. Мощность отложений превышает 1000 м. В кремнистых образованиях засурьинской свиты установлен комплекс конодонтов позднекембрийского (*Proconodontus muelleri* Miller, *Cambrooisto dusminutus* Miller и др.) и флойского яруса (*Oepicodusevae* Lindstrom и др.) [14].

Изучение химического состава пяти образцов магматических пород засурьинской свиты [15, 16] позволило выделить базальты океанических островов (БОО) и базальты срединноокеанических хребтов (БСОХ). Петрохимия главных элементов позволяет отнести изученные базальтоиды к толеитовому типу: точки составов попадают в поле базальтов, высокожелезистых толеитов, высокомагнезиальных толеитов на диаграмме Al_2O_3 - FeO^* + TiO_2 - MgO ; в поле MORB и в поле базальтов океанических

островов на диаграмме $MnO-TiO_2-P_2O_5$ [17]. В целом, по содержанию породообразующих компонентов засурийские базальтоиды близки к гавайским [18]. По геохимии редких и редкоземельных элементов породы засурийской свиты имеют характеристики, промежуточные между БСОХ и БОО. На диаграмме $Th-Nf/3-Ta$ [17] точки составов базальтов попадают в поле N-MORB и поле внутриплитных толеитов, E-MORB и в переходную область между полями внутриплитных толеитов и внутриплитных щелочных базальтов. Спайдер-диаграммы распределения содержаний редких элементов близки к кривой средних содержаний в БСОХ и БОО. Изученные базальтоиды засурийской свиты характеризуются высоким уровнем содержаний редкоземельных элементов в 20–150 раз превышающих хондритовые. По степени дифференциации РЗЭ выделены три типа пород: $La/Yb=1$ (БСОХ), $La/Yb=6$, $La/Yb=11$ и 16. Кривые РЗЭ пород засурийской свиты и базальтов Гонолулу и Каула из Гавайской системы океанических островов близки по форме и по уровню содержаний. Это позволяет рассматривать вулканогенно-кремнисто-терригенный фациальный комплекс как фрагмент позднекембрийской-раннеордовикской океанической коры [15, 16]. С учетом того, что базальты занимают резко подчиненное положение в разрезе, а терригенные породы преобладают в ее составе, можно считать, что образование засурийской свиты происходило в пределах океанического желоба.

Заключение

В настоящее время признанием у многих геологов пользуется тектоника литосферных плит, разработанная Б. Изаксом, Дж. Оливером, Л.Р. Майксом, З. Ле Тимоном, У.Дж. Морганом [19]. Наши выводы сделаны на теоретической основе этой гипотезы и по результатам ее практического применения многими исследователями, изучавшими

геологическое строение Горного Алтая в 1980–2020 гг.

Диагностическими для островодужного этапа являются вулканогенные толщи. В системе Горноалтаской островной дуги выделялись поздневендско-раннекембрийская аккреционная призма, состоящая из субдукционного коллажа террейнов: офиолитов, океанических островов и поднятий; поздневендская примитивная островная дуга; кембрийская нормальная островная дуга и преддуговой и задуговой бассейны.

Вулканизм проявился в венде – среднем кембрии практически непрерывно и кратковременно – верхнем кембрии-тремадоке. Второй уровень вулканизма связывается с подновлением Салаирской и Горноалтайской островных дуг [20]. В северо-западной части Горного Алтая на этом уровне обосновано выделение образований океанической коры (засурийской свиты) [21]. В зоне сочленения Ануйско-Чуйского и Бийско-Катунского террейнов формировались отложения песчаной толщи с проявлением островодужного дацит-андезит-лейкобазальтового вулканизма. В это время кратковременно существовала островная суша, представлявшая собой вулканические острова. Однако подводные излияния преобладали. Широкое развитие красноцветности (до 20% разреза) позволяет предполагать небольшие глубины морского бассейна. Движения сопровождались метаморфизмом образовавшихся пород. К этому времени может быть отнесено формирование значительной части метаморфитов и мигматит-плаггиогранитов Кебезенского блока, а также зеленых сланцев по вулканитам сарысазского, манжерокского и усть-семинского уровней [22]. Интенсивная деформация палеоостроводужной системы и задуговых бассейнов при ведущей роли сдвигов, начавшаяся во второй половине кембрия, продолжалась и в послекембрийское время [23]. В результате косо́й субдукции в конце тремадокского вре-

мени островная дуга прекратила свое существование.

Сравнительный анализ древних и современных океанических структур свидетельствуют о том, что на венд-кембрийском этапе геодинамические процессы развития Палеоазиатского океана были практически аналогичны процессам, ответственным за современное состояние геологических структур западной части Тихого океана [24]. Энсиматическая природа островодужной системы подтверждается преимущественно натровой специализацией базальтов и андезибазальтовпесчанкой толщи и кембрийских вулканогенных свит. В пользу энсиматического характера островодужной системы свидетельствует ассоциация с габбро-плагиогранитовой формацией (Саракочинским комплексом).

Мы рассмотрели Горноалтайскую островную дугу с позиций тектоники плит. Но существует и имеет сторонников геосинклинальная гипотеза. Попытка объединить тектонику плит с геосинклинальной гипотезой, предпринятая В.Е. Хаиным [19], была неудачной. Геосинклинальная гипотеза, служившая более ста лет основной теоретической базой геологии и прежде всего удобным каркасом для систематизации региональных данных, перестала отвечать новым задачам. Она уступила место мобилистской концепции. Выделение В.В. Волковым Горноалтайской островной

дуги произведено с позиций фиксизма [2, 25]. Им «признается большое значение горизонтальных тектонических движений и наличие чешуйчатонадвиговых зон в Горном Алтае. Но им придается в целом роль второстепенных факторов, осложняющих первичную блоковую структуру региона. Особое значение при такой трактовке отводится латеральным переходам и подводящим магматическим каналам (дайковые серии и т.д.)» [1]. По мнению В.В. Волкова «тектоническое развитие Алтае-Саянской области в составе Палеоазиатского океана по схемам плитной тектоники находит обоснованное возражение со стороны региональных данных, полученных в результате государственной программы геологической съемки 50–70-х годов прошлого века» [26]. Следует заметить, что геологические съемки того времени в большинстве своем были некондиционными. Несмотря на спорность, противоречивость и слабую обоснованность стратиграфической основы составленные карты масштаба 1:200 000 первого поколения отражали основные черты геологического строения Горного Алтая. В последующие годы шла детализация геологических структур и внесение изменений в геологические карты в связи со сменой теоретических представлений, замены геосинклинальной гипотезы на более обоснованную гипотезу тектоники литосферных плит.

Список литературы

1. Геология и тектоника Горного Алтая: Путеводитель экскурсии Всесоюз. совещания "Геодинамика, структура и металлогения складчатых сооружений Юга Сибири". – Новосибирск: Изд.ОИГГМ СО АН СССР, 1991. – 70 с.
2. Волков В.В. Основные закономерности геологического развития Горного Алтая. – Новосибирск: Наука, 1966. – 161 с.
3. Геологическое строения и полезные ископаемые бассейна р. Саракочши и верховьев р. Би. Отчет Кебезенской партии по геолого-съёмочным работам (м-б 1 : 50 000 в пределах листов N-45-138-Г, М-45-6-Б, В, Г, М-45-7-А, В за 1977-1981 гг.). / Сост. В.Н. Коржнев, М.А. Якупов, В.В. Данилов и др. // Росгеолфонд, центральное фондохранилище. – Новокузнецк, 1982. – Т. 1–4.
4. Геологическое строение и полезные ископаемые северо-восточной части Ануйско-Чуйского синклиория. Отчет Куяганской партии по групповой геологической

съемке (м-б 1 : 50 000 в пределах листов М-45-2-В, Г (в, г), М-45 3-А, В (а, б), М-45-14-А, Б и геологическому доизучению площадей в пределах листов М-45-2-А, Б, Г (а, б) за 1982-86 гг.) / Сост. В.Н. Коржнев, М.А. Якупов, В.В. Данилов и др. // Росгеолфонд, центральное фондохранилище. – Ф. ФУГУП ГАПСЭ, 1986. – Т. 1–4.

5. Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Ануй – Катунь в северной части Горного Алтая. Отчёт Катунской съёмочной партии по составлению и подготовке к изданию Государственной геологической карты (масштаба 1 : 200 000 в пределах листов М-45-1, М-45-11 за 1994–2001 гг.) / Сост. В. А. Кривчиков, П. Ф. Селин, Г. Г. Русанов и др. // Росгеолфонд, центральное фондохранилище. – Ф. ФГУП ГАПСЭ, 2001. – 348 с.

6. Ермиков В.Д., Зейферт Л.Л., Петрунина З.Е. и др. Тремадок северной части Горного Алтая // Геология геофизика. – 1979. – № 11. – С. 123–128.

7. Сенников Н.В., Ермиков В.Д., Петрунина З.Е. и др. О возрасте базальных горизонтов ордовикско-среднедевонского комплекса северо-западного Алтая // Геология и геофизика. – 1982. – № 8. – С. 56–61.

8. Петрунина З.Е., Сенников Н.В., Ермиков В.Д. и др. Стратиграфия нижнего ордовика Горного Алтая // Стратиграфия и фауна нижнего ордовика Горного Алтая. – М.: Наука, 1984. – С. 3–33.

9. Геологическое строение и полезные ископаемые. Отчет Едиганской партии по геолого-съёмочным работам (м-б 1: 50 000 в пределах листов М-45-16 В, Г и М-45-28-А, Б за 1973-1977 гг.) / Сост. Л.Л. Зейферт, А.Н. Емельянов, Ю.С. Носков и др. // Росгеолфонд, центральное фондохранилище. – ТФ КТФГИ, 1979. – Т. 1-3.

10. Туркин Ю.А., Федак С.И. Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая. – Томск, 2008. – 460 с.

11. Петрунина З.Е. Трилобиты и биостратиграфия тремадока западной части Саяно-Алтайской горной области: автореф. канд. дис. геол.-минерал. наук. – Алма-Ата, 1966. – 30 с.

12. Тихонов В.И. К стратиграфии «ануйско-чуйской» и «зелено-фиолетовой» формаций Причарышского Алтая // Тр. ВАГТ. – 1956. – Вып. 2. – С. 25–37.

13. Сенников Н.В., Обут О.Т., Изох Н.Г. и др. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений западной части Алтае-Саянской складчатой области (новая версия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2018. – № 7. – С. 15–53.

14. Ивата К., Сенников Н.В., Буслов М.М. и др. Верхнекембрийский-раннеордовикский возраст базальтово-кремнисто-терригенной засурьинской свиты (северо-западная часть Горного Алтая) // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 9. – С. 1427–1444.

15. Буслов М.М., Сенников Н.В., Ивата К. и др. Новые данные о строении и возрасте олистостромовой и песчано-алевролитовой толщ горноалтайской серии на юго-востоке Ануйско-Чуйской зоны Горного Алтая // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39. – № 6. – С. 789–798.

16. Буслов М.М., Сафонов И.Ю., Бобров В.А. Экзотический терреин позднекембрийско-раннеордовикской океанической коры в северо-западной части Горного Алтая (засурьинская свита): структурное положение и геохимия // Докл. АН. – 1999. – Т. 368. – № 5. – С. 650–654.

17. Rollinson H.R. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. – Longman Group UK Ltd., 1993. – P. 352.

18. Garcia M.O., Frey F.A., Grooms D.G. Petrology of volcanic rocks from Kaula Island, Hawaii: implications for the origin of Hawaiian hronoliths // Contr. Miner. Petrol. –1986. – Vol. 94. – P. 461–471

19. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. – М.: Научный мир, 2003. – 348 с.

20. Диденко А.Н., Моссаковский А.А., Печерский Д.М. и др. Геодинамика палеозойских океанов центральной Азии // Геология и геофизика. – 1994. – Т. 35. – № 7–8. – С. 59–87.

21. Буслов М.М., Фудживара И., Сафонова И.Ю. и др. Строение и эволюция зоны сочленения террейнов Рудного и Горного Алтая // Геология и геофизика. – 2000. – Т.41. – № 3. – С. 383–397.

22. Туркин Ю.А., Федак С.И., Коржнев В.Н. О возрасте Кебезенского метаморфического комплекса // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Т.1. – Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – С.160–161.

23. Берзин Н.А. Тектоника Южной Сибири и горизонтальные движения континентальной коры: автореф... дис... д. г.-м. н. – Новосибирск, 1995. – 51 с.

24. Добрецов Н.Л., Симонов В.А., Буслов М.М. Палеоазиатский и Тихий океаны: сравнительный анализ магматизма и геодинамики // Эволюция тектонических процессов в истории Земли. Т. 1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН Филиал «Гео», 2004. – С. 150–152.

25. Добрецов Н.Л., Буслов М.М., Сафронова И.Ю., Кох Д.А. Фрагменты океанических островов в структуре Курайского и Катунского аккреционных клиньев Горного Алтая // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 12. – С. 1381–1403.

26. Волков В.В. Проблемы плитной тектоники в региональной геологии Алтае-Саянской области // Региональная геология и металлогения. – 2013. – № 54 – С. 38-44.

References

1. Geologiya i tektonika Gornogo Altaya: Putevoditel' ekskursii Vsesoyuz. soveshchaniya "Geodinamika, struktura i metallogeniya skladchatyh sooruzhenij YUGa Sibiri». – Novosibirsk: Izd.OIGGM SO AN SSSR, 1991. – 70 s.

2. Volkov V.V. Osnovnye zakonomernosti geologicheskogo razvitiya Gornogo Altaya. – Novosibirsk: Nauka, 1966. – 161 s.

3. Geologicheskoe stroeniya i poleznye iskopaemye bassejna r. Sarakokshi i verhov'ev r. Bii. Otchet Kebezenskoj partii po geologo-s"emochnym rabotam (m-b 1 : 50 000 v predelah listov N-45-138-G, M-45-6-B, V, G, M-45-7-A, V za 1977-1981 gg.). / Sost. V.N. Korzhnev, M.A. Yakupov, V.V. Danilov i dr. // Rosgeolfond, central'noe fondohranilishche. – Novokuzneck, 1982. – Т. 1–4.

4. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye severo-vostochnoj chasti Anujsko-CHujского sinklinoriya. Otchet Kuyaganskoj partii po gruppovoj geologicheskoy s"emke (m-b 1 : 50 000 v predelah listov M-45-2-V, G (v, g), M-45 3-A, V (a, b), M-45-14-A, B i geologicheskomu doizucheniyu ploshchadej v predelah listov M-45-2-A, B, G (a, b) za 1982-86 gg.) / Sost. V.N. Korzhnev, M.A. Yakupov, V.V. Danilov i dr. // Rosgeolfond, central'noe fondohranilishche. – F. FUGUP GAPSE, 1986. – Т. 1–4.

5. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye mezhdurech'ya Anuj – Katun' v severnoj chasti Gornogo Altaya. Otchyot Katunskoj s"yomochnoj partii po sostavleniyu i podgotovke k izdaniyu Gosudarstvennoj geologicheskoy karty (masshtaba 1 : 200 000 v predelah listov M?45?I, M?45?II za 1994?2001 gg.) / Sost. V. A. Krivchikov, P. F. Selin, G. G. Rusanov i dr. // Rosgeolfond, central'noe fondohranilishche. – F. FGUP GAPSE, 2001. – 348 s.

6. Ermikov V.D., Zejfert L.L., Petrunina Z.E. i dr. Tremadok severnoj chasti Gornogo Altaya // Geologiya geofizika. – 1979. – № 11. – S. 123–128.

7. Sennikov N.V., Ermikov V.D., Petrunina Z.E. i dr. O vozraste bazal'nyh gorizontov ordoviksko-srednedevonskogo kompleksa severo-zapadnogo Altaya // *Geologiya i geofizika*. – 1982. – № 8. – S. 56–61.
8. Petrunina Z.E., Sennikov N.V., Ermikov V.D. i dr. Stratigrafiya nizhnego ordovika Gornogo Altaya // *Stratigrafiya i fauna nizhnego ordovika Gornogo Altaya*. – M.: Nauka, 1984. – S. 3–33.
9. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye. Otchet Ediganskoj partii po geologo-s"emochnym rabotam (m-b 1: 50 000 v predelah listov M-45-16 V, G i M-45-28-A, B za 1973-1977 gg.) / Sost. L.L. Zejfert, A.N. Emel'yanov, YU.S. Noskov i dr. // Rosgeolfond, central'noe fondohranilishche. – TF KTFGI, 1979. – T. 1-3.
10. Turkin YU.A., Fedak S.I. *Geologiya i strukturno-veshchestvennye komplekсы Gornogo Altaya*. – Tomsk, 2008. – 460 s.
11. Petrunina Z.E. Trilobity i biostratigrafiya tremadoka zapadnoj chasti Sayano-Altajskoj gornoj oblasti: avtoref. kand. dis. geol.-mineral. nauk. – Alma-Ata, 1966. – 30 s.
12. Tihonov V.I. K stratigrafii «anujsko-chujskoj» i «zeleno-fioletovoj» formacij Pricharyshskogo Altaya // *Tr. VAGT*. – 1956. – Vyp. 2. – S. 25–37.
13. Sennikov N.V., Obut O.T., Izoh N.G. i dr. Regional'naya stratigraficheskaya skhema ordovikskih otlozhenij zapadnoj chasti Altae-Sayanskoj skladchatoj oblasti (novaya versiya) // *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*. – 2018. – № 7. – S. 15–53.
14. Ivata K., Sennikov N.V., Buslov M.M. i dr. Verhnekembrijskij-ranneordovikskij vozrast bazal'tovo-kremnisto-terrigennoj zasur'inskoj svity (severo-zapadnaya chast' Gornogo Altaya) // *Geologiya i geofizika*. – 1997. – T. 38. – № 9. – S. 1427–1444.
15. Buslov M.M., Sennikov N.V., Ivata K. i dr. Novye dannye o stroenii i vozraste olistostromovoj i peschano-alevrolitovoj tolshch gornoaltajskoj serii na yugo-vostoke Anujsko-CHujskoj zony Gornogo Altaya // *Geologiya i geofizika*. – 1998. – T. 39. – № 6. – S. 789–798.
16. Buslov M.M., Safonov I.YU., Bobrov V.A. Ekzoticheskij terrejn pozdnekembrijsko-ranneordovikskoj okeanicheskoj kory v severo-zapadnoj chasti Gornogo Altaya (zasur'inskaya svita): strukturnoe polozhenie i geohimiya // *Dokl. AN*. – 1999. – T. 368. – № 5. – S. 650–654.
17. Rollinson H.R. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. – Longman Group UK Ltd., 1993. – R. 352.
18. Garcia M.O., Frey F.A., Grooms D.G. Petrology of volcanic rocks from Kaula Island, Hawaii: implications for the origin of Hawaiian hronoliths // *Contr. Miner. Petrol.* – 1986. – Vol. 94. – R. 461–471
19. Hain V.E. *Osnovnye problemy sovremennoj geologii*. – M.: Nauchnyj mir, 2003. – 348 s.
20. Didenko A.N., Mossakovskij A.A., Pecherskij D.M. i dr. Geodinamika paleozojskih okeanov central'noj Azii // *Geologiya i geofizika*. – 1994. – T. 35. – № 7–8. – S. 59–87.
21. Buslov M.M., Fudzhivara I., Safonova I.YU. i dr. Stroenie i evolyuciya zony sochleneniya terrejnov Rudnogo i Gornogo Altaya // *Geologiya i geofizika*. – 2000. – T.41. – № 3. – S. 383–397.
22. Turkin YU.A., Fedak S.I., Korzhnev V.N. O vozraste Kebezenskogo metamorficheskogo kompleksa // *Aktual'nye voprosy geologii i geografii Sibiri*. T.1. – Tomsk: Izd-vo TGU, 1998. – S.160–161.
23. Berzin N.A. *Tektonika YUzhnoj Sibiri i gorizontal'nye dvizheniya kontinental'noj kory: avtoref... dis... d. g.-m. n.* – Novosibirsk, 1995. – 51 s.
24. Dobrecov N.L., Simonov V.A., Buslov M.M. *Paleoaziatskij i Tihij okeany: sravnitel'nyj analiz magmatizma i geodinamiki* // *Evolyuciya tektonicheskikh processov v istorii Zemli*. T. 1. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN Filial «Geo», 2004. – S. 150–152.

25. Dobrecov N.L., Buslov M.M., Safronova I.YU., Koh D.A. Fragmenty okeanicheskikh ostrovov v strukture Kurajnskogo i Katunskogo akkrecionnyh klin'ev Gornogo Altaya // Geologiya i geofizika. – 2004. – T. 45. – № 12. – S. 1381–1403.

26. Volkov V.V. Problemy plitnoj tektoniki v reghional'noj geologii Altae-Sayanskoj oblasti // Regional'naya geologiya i metallogeniya. – 2013. – № 54 – S. 38-44.

THE FINAL STAGE OF THE DEVELOPMENT OF THE ISLAND-ARC SYSTEM OF THE ALTAI MOUNTAINS

V. N. Korzhnev

Altai State Humanitarian and Pedagogical University named after V. M. Shukshin, Biisk,

E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru

In the area of the junction of the Anui-Chui and Biysk-Katun zones, deposits of the sandy strata were formed and for a short time there was an island land, which was volcanic islands. Underwater outpourings prevailed. The wide development of red color allows us to assume small depths of the marine basin. The ensimatic nature of the island-arc system is confirmed mainly by the natural specialization of basalts and andesibasalts of the sandy strata. The late-arc stage ended with the metamorphism of previously formed complexes. As a result of oblique subduction at the end of the Tremadocian time, the island arc ceased to exist.

Keywords: stratigraphy, Upper Cambrian-tremadoc, island-arc volcanism, paleogeography, Gorny Altai.

Received May 9, 2021