УДК 551.72.(234.853)

DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-7>

ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АШИНСКОЙ МОЛАССЫ ВЕНДА НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

© 2019 г. О. В. Козлова, А. А. Ратов, С. А. Солодова, С. А. Бояркин

Реферат: На основе комплексного анализа литолого-петрографических и минералогических особенностей пород ашинской молассы венда в типовых разрезах Алатауского антиклинория на западном крыле Башкирского мегантиклинория уточнен литолого-петрографический и минеральный состав отложений басинской, кукарской и зиганской свит, которые отнесены к типично молассовой формации. Соотношения породообразующих компонентов в песчаниках молассы, отраженные на QFL-диаграммах, свидетельствуют о формировании рассматриваемых осадков в обстановке, соответствующей орогенической области (зоне коллизии). Близкий минеральный состав тяжелой фракции и сходный типоморфизм основных аксессуарных минералов (циркона, апатита, граната, рутила и турмалина) обусловлены сходным комплексом пород в области питания. Однако в зависимости от стратиграфической позиции отложений и местоположения разрезов меняется соотношение и значение минералов в ассоциации, что обусловлено важной ролью локальных источников сноса для обособленных осадочных бассейнов ашинской молассы.

Существенно-гранатовая ассоциация со значительной концентрацией эпидота характерна для ашинской молассы восточного и западного крыльев северной части Алатауского антиклинория, при этом содержание граната и эпидота уменьшается от восточных к западным разрезам. Это означает, что основная область сноса в басинское, кукарское и зиганское время находилась восточнее осадочного бассейна.

Ключевые слова: венд, ашинская серия, моласса, свита, Алатауский антиклинорий, Южный Урал

LITHOLOGIC-PETROGRAPHIC AND MINERALOGIC FEATURES OF ASHA VENDIAN MOLASSE IN SOUTHERN URALS

O. V. Kozlova, A. A. Ratov, S. A. Solodova, S. A. Boyarkin

Abstract: Based on a comprehensive analysis of lithologic-petrographic and mineralogic features of rocks of Vendian Asha molasse in typical sections of Alatau anticlinorium on the western wing of the Bashkirian meganticlinorium, the lithologic-petrographic and mineral composition of the Basa, Kukkarauk and Zigan Formations are specified, as belonging to a typical molasse. The ratios of rock-forming components in the sandstones of molasse, shown on QFL-diagrams, indicate the formation of the considered sediments in a setting corresponding to an orogenic region (a collision zone). The close mineral composition of the heavy fraction and the similar typomorphism of the main accessory minerals (zircon, apatite, garnet, rutile and tourmaline) are due to a similar complex of rocks in the provenance area. However, depending on the stratigraphic position of the sediments and the location of the sections, the ratio and importance of minerals in the association changes, which is due to the important role of local sources of demolition for the separate sedimentary basins of Asha molasse.

The essentially garnet association with a significant concentration of epidote is characteristic of the Asha molasse of the eastern and western wings of the northern part of the Alatau anticlinorium, while the content of garnet and epidote decreases from the eastern to the western sections. This means that the main area of erosion in the Basa, Kukkarauk, and Zigan times was located east of the sedimentary basin.

Keywords: Vendian, Asha Series, molasse, Alatau anticlinorium, South Ural

Для цитирования: Козлова О.В., Ратов А.А., Солодова С.А., Бояркин С.А. Литолого-петрографические и минералогические особенности ашинской молассы венда на Южном Урале // Геологический вестник. 2019. № 2. С. 88–101. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-7>.

For citation: Kozlova O.V., Ratov A.A., Solodova S.A., Boyarkin S.A. Lithologic-petrographic and mineralogic features of Asha Vendian molasse in the Southern Urals // *Geologicheskii vestnik*. 2019. No. 2. P. 88–101. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-7>.

Введение

Молассовые формации выделяются во многих складчатых поясах на завершающем этапе развития полных тектонических циклов. На Южном Урале к молассовой формации докембрия ранее относились образования ашинской серии западного крыла Башкирского мегантиклинория и аршинской, криволукской, кургашлинской и байназаровской свит на восточном крыле структуры [Гарань, 1946; Шатский, 1960; Келлер, 1973; Козлов, 1982; Беккер, 1988; Семихатов и др., 1991; Стратиграфические..., 1993]. Ашинская серия венда на западном крыле Башкирского мегантиклинория расчленена на бакеевскую, урюкскую, басинскую, кукараукскую и зиганскую свиты [Стратиграфические..., 1993], стратотипические и опорные разрезы которых находятся в Алатауском антиклинории (рис. 1).

Породы типично молассовых образований характеризуются неоднородностью состава и гранулометрии, и по этим признакам к молассам могут быть отнесены отложения только басинской, кукараукской и зиганской свит ашинской серии. Именно в таком стратиграфическом объеме в статье рассматривается орогенный комплекс тиманид, формирование которого связано с возникновением в вендское время орогена на западном склоне Южного Урала и прилегающей части Восточно-Европейской платформы [Пучков, 2010].

Литолого-петрографические и минералогические исследования отложений проведены с целью уточнения существующих представлений об источниках сноса (о составе пород в области питания и ее местоположении) и обстановках формирования рассматриваемых отложений в регионе. Ранее суждение о составе пород в питающей провинции было сделано исходя из литолого-петрографического состава галек конгломератов, прежде всего, кукараукской свиты, а при решении вопросов корреляции геологических разрезов [Сергеева, 1986] и составлении карт терригенно-минералогических провинций [Беккер, 1968] были использованы данные о минералах тяжелой фракции и их типоморфных признаках. Выводы о возможных источниках сноса для вендских осадков на основе изучения и сравнительного анализа минералов тяжелой фракции из отложений рифея и венда (в разрезах по рекам Кук-Какау, Мендым и по а/д Уфа – Инзер на участках у хут. Кулмас и западнее р. Зуячка) были сделаны германскими геологами [Willner et al., 2001]. Однако анализ литолого-петрографических и минералогических особеннос-

тей обломочных пород венда при расшифровке источников сноса в цитируемой работе не проводился. В предлагаемой статье уточнение палеогеографических реконструкций отложений складчатого комплекса тиманид проведено на дополнительном литолого-петрографическом и минералогическом материале, полученном при изучении опорных разрезов отложений венда Алатауского антиклинория.

Литолого-петрографические особенности

В строении разрезов басинской, кукараукской и зиганской свит ашинской серии верхнего венда [Козлов, 1982] в Алатауском антиклинории, литолого-стратиграфические колонки которых приведены на рис. 2, сохраняется достаточно ритмичное чередование основных типов пород: песчаников, алевролитов, аргиллитов и конгломератов.

Литолого-петрографическая характеристика пород базируется на данных петрографического изучения шлифов и приводится для каждой свиты в стратиграфической последовательности. В **басинской свите** (мощность отложений от 650 до 900 м) в чередовании песчаников, алевролитов и аргиллитов преобладают *песчаники* преимущественно полимиктовые, мелкозернистые, серой и зеленовато-серой окраски, прослоями известковистые. Меньше распространены полевошпат-кварцевые и аркозовые разности. В составе обломочного материала преобладает кварц (60–80%), в значительном количестве присутствуют полевые шпаты (от 5–10 до 25–30%) и обломки пород (5–15%), в числе которых отмечены алевролиты, глинистые серицит-кварцевые и серицитовые сланцы, эффузивные и кремнистые породы, кварциты; в единичных зернах присутствуют циркон, турмалин, глауконит, рутил, рудный минерал. *Алевролиты* в целом сохраняют состав близкий песчаникам.

Аргиллиты слюдисто-хлоритового, слюдистого и хлорито-гидрослюдистого состава, иногда ожелезненные и кальцитизированные, зеленовато-розовато-серого и вишневого цвета, алевролитистые, тонкослоистые.

Кукараукская свита (мощность отложений колеблется от 50 м до 350 м) сложена сверху и внизу песчаниками полимиктовыми, разномиктовыми, с прослоями гравелитов, а в средней части — разногалечными полимиктовыми конгломератами [Козлов, 1982]. Преобладающие в составе пород и в матриксе конгломератов *песчаники* крупно- и среднезернистые, плохо сортированные, с гравием

и редкой галькой. Обломочный материал песчаников (70–85% породы) состоит из кварца (40–50%), литокласт (от 18–20 до 30–35%) микрокварцитов, алевролитов, песчаников, кварцито-песчаников, кварцитов, глинистых сланцев и жильного кварца, кремнистых, серицит-кремнистых, серицитовых,

хлоритовых, серицит-хлоритовых, железисто-кремнистых и полевошпатовых пород и обломков вулканитов; полевого шпата (от редких зерен до 5%).

Конгломераты полимиктовые, разногальчатые, преимущественно мелко- и среднегальчатые. Галька хорошо окатанная, эллипсоидальной, реже непра-

Рис. 1. Схематическая геологическая карта и литолого-стратиграфическая колонка образований рифея и венда Башкирского мегаантиклинория (Южный Урал) с расположением изученных разрезов. Составлена с использованием [Геологическая..., 2002; Козлов и др., 2011; Puchkov et al., 2014]

Fig. 1. The schematic geological map and lithologic-stratigraphic column of the Riphean and Vendian of the Bashkirian meganticlinorium (Southern Urals) with the positions of the studied sections. Compiled after [Геологическая..., 2002; Kozlov et al., 2011; Puchkov et al., 2014]

Условные обозначения к рис. 1. К карте: 1–5 — нерасчлененные отложения: 1 — палеозоя (PZ), 2 — венда (V), 3 — завершающего (RF₄), 4 — верхнего (RF₃) и 5 — нижнего — среднего (RF_{1–2}) рифея; 6 — Уралтауский и Уфалейский метаморфические комплексы; 7 — магматические породы: габбро (а) и граниты (б); 8 — геологические границы; 9 — основные тектонические нарушения; 10 — местоположение разрезов (1 — по р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк, 2 — по р. Басу и в дорожных выемках по автотрассе Уфа — Белорецк северо-западнее хут. Кулмас, 3 — вдоль а/д Уфа — Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку, 4 — по р. Мендым, 5 — по руч. Куккараук, 6 — по р. Зиган); 11 — автодороги; 12 — железные дороги. К колонке: 1 — конгломераты полимиктовые (а) и тиллиты (б); 2–3 — песчаники: 2 — кварцевые (а) и полевошпат-кварцевые (б), 3 — аркозовые (а) и полимиктовые (б); 4 — алевриты; 5 — аргиллиты; 6 — известняки с микрофитолидами (а) и строматолитами (б); 7 — доломиты с микрофитолидами (а) и строматолитами (б); 8 — серицит-хлорит-кварцевые сланцы; 9 — кварциты; 10 — вулканогенные породы; 11 — глауконит (а) и кремни (б); 12 — ашинская моласса.

Legend to fig. 1. For the map: 1–5 — unsubdivided deposits: 1 — Paleozoic (PZ), 2 — Vendian (V), 3 — Terminal (RF₄), 4 — Upper (RF₃) and 5 — Lower — Middle (RF_{1–2}) Riphean; 6 — Uraltau and Ufaley metamorphic complexes; 7 — magmatic rocks: gabbro (a) and granites (b); 8 — geological boundaries; 9 — main faults; 10 — positions of sections (1 — along Inzer river and Agardy stream near Gabdyuk village, 2 — along Basu river and roadcuts of the Ufa — Beloretsk highway northwest of Kulmas settlement, 3 — along the Ufa — Beloretsk road 6 km to the west of the bridge over Zuyachka river, 4 — along the Mendym river, 5 — along the Kukkarauk stream, 6 — along Zigan river); 11 — automobile roads; 12 — railroads. For the column: 1 — polymictic conglomerates (a) and tillites (b); 2–3 sandstones: 2 — quartz (a) and feldspar-quartz (b), 3 — arkosic (a) and polymictic (b); 4 — siltstones; 5 — shales; 6 — limestones with microphytolites (a) and with stromatolites (b); 7 — dolomites with microphytolites (a) and with stromatolites (b); 8 — sericite-chlorite-quartz schists; 9 — quartzites; 10 — volcanogenic rocks; 11 — glauconite (a) and cherts (b); 12 — Asha molasse.

вильной формы, представлена кварцем и кварцевыми песчаниками, иногда катаклазированными, кварцито-песчаниками, кварцитами, кварцевыми сиенитами с порфировой структурой, плагиогранитами, гранит-порфирами и крупнокристаллическими гранитами (подробное описание состава галек конгломератов дано в монографии В.И. Козлова [1982]).

Зиганская свита (мощность отложений варьирует от 100 до 450 м) сложена песчаниками и алевритовыми полимиктовыми, реже кварцевыми, с прослоями и пачками аргиллитов.

Песчаники полимиктовые, мелко- и среднезернистые. Обломочный материал песчаников состоит из кварца (15–30%), полевого шпата (10–20%), обломков пород (30–50%). Зерна сглаженной формы, окатанные и полуокатанные. **Алевриты** аналогичны по составу песчаникам. **Аргиллиты** — глинистые, слабо ожелезненные, алевритистые. Алевритовый материал размером от 0.01 до 0.05 мм составляет до 15%.

Как следует из приведенного описания основных типов пород ашинской молассы, наибольшим распространением пользуются **песчаники**, обладающие признаками, позволяющими реконструировать и состав пород областей размыва, и условия бассейна осадконакопления. Для наглядного отображения литолого-петрографических особенностей песчаников басинской, куккараукской и зиганской свит воспользуемся классификационной диаграммой по составу породообразующих компонентов QFL (кварц — полевые шпаты — обломки пород [Шутов, 1972]), где содержание основных компонентов выражено в объемных процентах.

Фигуративные точки состава песчаников басинской, куккараукской и зиганской свит на классификационной диаграмме QFL сосредоточены в нескольких полях (рис. 3) и принадлежат мезомиктовым кварцевым и полевошпат-кварцевым песчаникам (разрез по автотрассе Уфа — Белорецк в правобережье р. Басу у хут. Кулмас), кварцевым и полевошпат-кварцевым грауваккам (разрез по руч. Кук-Караук) и полевошпат-кварцевым, меньше кварц-полевошпатовым грауваккам и граувакковым аркозам (разрез по а/д Уфа — Белорецк западнее моста через р. Зуячку), мезомиктовым кварцевым, кремнекласитово-кварцевым, полевошпат-кварцевым грауваккам и кварцевым грауваккам (разрез по р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк).

Резкое различие в составе песчаников басинской и куккараукской свит наблюдается в разрезе по автотрассе Уфа — Белорецк в правобережье р. Басу у хут. Кулмас на западном крыле Алатауского антиклинория (см. рис. 3), здесь на классификационных диаграммах фигуративные точки куккараукских песчаников расположены в поле кремнекласитово-кварцевых песчаников и кварцевых граувакк, что для басинской свиты не характерно.

Фигуративные точки песчаников басинской, куккараукской и зиганской свит на QFL-диаграмме [Dickinson, 1979], отражающей характер источников питания (рис. 4), попадают в поля, соответствующие орогенической области (зонам коллизии) и единичные — магматическим дугам.

Таким образом, данные по составу породообразующих компонентов песчаников и реконструкции характера источников сноса с использованием

классификационных и генетических диаграмм (см. рис. 3 и 4) согласуются с представлениями о формировании отложений молассы басинской, кукараукской и зиганской свит в результате тиманской орогении в вендское время на краю рифейского платформенного бассейна.

Акцессорные минералы молассы

При изучении акцессорных минералов обломочных (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты) пород использовались специальные приемы сепарации и обогащения, получившие название «метода тяжелых фракций» или «искусственных шлихов». Метод основан на выделении акцессорных минералов из раздробленных пород и дальнейшем разделении по плотности, магнитным и электромагнитным параметрам по общепринятой методике [Преображенский, Саркисян, 1954; Копченова, 1951; Кухаренко, 1961].

Результаты количественно-минералогического анализа искусственных шлихов в разрезах ашинской молассы (басинской, кукараукской и зиганской свит венда) приведены в таблице 1, где шлиховые минералы по генетическому признаку подразделены на кластогенные и аутигенные, а их содержание выражено в граммах на тонну (г/т).

Как следует из таблицы, рассматриваемые отложения по перечисленным разрезам имеют достаточно богатый минеральный состав, включающий около 30 минералов. Преобладают минералы-спутники пород кислого состава (турмалин, апатит, циркон, биотит, мусковит) и метаморфических (эпидот, гранат, рутил, лейкоксен, анатаз). В подчиненном количестве присутствуют минералы-спутники пород основного и ультраосновного состава (магнетит, ильменит, хромшпинелиды, ильменито-гематит). Из аутигенных минералов значительным содержанием выделяются гематит, хлорит, лимонит, карбонат.

Рис. 3. Положение фигуративных точек составов песчаников басинской (а), кукараукской (б) и зиганской (в) свит на QFL-диаграмме [Шутов, 1972]

Разрезы: 1 — по автодорожке Уфа — Белорецк (в правобережье р. Басу у хут. Кулмас), 2 — по автодорожке Уфа — Белорецк (западнее моста через р. Зуячка), 3 — по руч. Кук-Караук, 4 — по р. Инзер и руч. Агарды (в районе д. Габдюк).

Fig. 3. The position of figurative points of compositions of sandstones Basa (a), Kukkarauk (b) and Zigan (v) Formations on the QFL-diagram [Shutov, 1972]

Positions of sections: 1 — along Basu river and roadcuts along the Ufa — Beloretsk highway northwest of Kulmas settlement, 2 — along the Ufa — Beloretsk road to the west of the bridge over Zuyachka river; 3 — along the Kukkarauk stream, 4 — along Inzer river and Agardy stream near Gabdyuk village.

Среднее содержание (г/т) минералов тяжелой фракции в отложениях ашинской молассы

Таблица 1

Table 1

The Average content (g/t) of minerals of heavy fraction in deposits of an ashinsky molassa

Разрезы	Мендым			руч. Кук-Караук			р.Зиган			р. Инзёр			р. Зыячка			Кулмас	
	bs	kk	zn	bs	kk	zn	bs	kk	zn	bs	kk	zn	bs	kk	zn	bs	kk
Свиты	34	10	15	33	6	16	1	13	27	5	1	29	7	5	22	2	
Кол-во проб																	
Минералы: кластогенные																	
Циркон	1	24	15	34	36	75	+	7	122	221	93	140	136	57	123,5	266	
Апатит	131	37	29	125	39	36	+	9	129	74	119	99	10	24	109	168,5	
Турмалин	+	6	64	32	13	38	+	41	427	184	114	278	286	76	164	142	
Гр. Спюд	741	10	383	1059	76	383	225	183	550	795	250	939	884	466	740	1003	
Сфен	+	+	62	3	—	+	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	
Монацит	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	
Гр. Пироксена	+	+	+	+	+	+	—	+	496	117	114	275	17	242	375	—	
Хромшпинелиды	67	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ильменит	—	848	+	+	—	—	+	—	39	+	—	85	+	—	20	197	
Магнетит	114	+	22	582	—	+	2	33	432	2	—	23	—	15	34	—	
Ильменито-гематит	56	513	282	—	—	+	90	—	24	26	—	24	172	—	67	958	
Рутил	60	55	54	210	46	44	+	31	282	55	58	159	82	79	194	756,5	
Лейкоксен	37	217	37	144	161	139	135	77	168	67	34	124	22	—	110	356	
Анаказ	+	1	+	+	—	+	+	+	—	—	—	+	—	—	1	—	
Гр. Амфибола	6	+	12	10	+	+	—	1	282	19	—	91	17	162	—	—	
Гр. Эпидота	893	802	352	+	98	383	27	463	151	241	123	886	416	237	330	—	
Гр. Граната	13	313	14	45	+	+	+	+	320	317	92	454	533	192	277	391,5	
Хлорит	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Периклаз	—	33	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Кианит	+	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
Хлорит	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Аутигенные																	
Лимонит	577	1474	145	+	—	+	144	109	36	239	—	58	—	—	58	1147	
Пирит (марказит)	+	+	+	1161	2	3	+	4	—	+	—	—	9	—	—	—	
Халькопирит	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Гематит (мартит)	+	1964	5	+	196	+	+	132	496	267	2	558	976	250	438	1053	
Коллофан	—	+	+	+	—	+	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	
Хлорит	839	+	45	—	—	—	45	22	399	185	60	360	217	109	180	356	
Гр. Карбоната	25	808	1	78	+	35	+	63	42	—	—	23	—	+	62	—	
Барит	—	—	+	132	22	17	+	+	1	4	—	1	—	+	—	—	
Глауконит	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Рис. 5. Гистограмма распределения основных акцессорных минералов (А) в отложениях басинской, куккараукской и зиганской свит и фрагмент геологической карты Алатауского антиклинария (Б) с расположением разрезов

Fig. 5. The histogram of distribution of the main accessory minerals (A) in deposits Basa, Kukkarauk and Zigan formation. The fragment of the geological map of the Alatau anticlinorium (B) with arrangement of studied sections

Условные обозначения к рис. 5. К гистограмме (А): 1 — циркон; 2 — апатит; 3 — турмалин; 4 — рутил; 5 — гранат. Свиты: bs — басинская, kk — куккараукская, zn — зиганская. К карте (Б): 1–4 — нерасчлененные отложения: 1 — палеозой (PZ), 2 — венда (V), 3 — верхнего (RF₃) и 4 — нижнего — среднего (RF_{1–2}) рифея; 5 — геологические границы; 6 — основные тектонические нарушения; 7 — местоположение разрезов (1 — по р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк, 2 — по автодороге Уфа — Белорецк, в правобережье р. Басу у хут. Кулмас, 3 — по автодороге Уфа — Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку, 4 — по р. Мендым, 5 — по руч. Кук-Караук, 6 — по р. Зиган).

Legend to fig. 5. For the histogram (A): 1 — zircon; 2 — apatite; 3 — tourmaline; 4 — rutile; 5 — garnet. Formation: bs — Basa, kk — Kukkarauk, zn — Zigan. For the map (B): 1–4 — unsubdivided units: 1 — Paleozoic (PZ); 2 — Vendian (V); 3 — Upper (RF₃) and 4 — Lower — Middle (RF_{1–2}) Riphean; 5 — geological boundaries; 6 — main faults; 7 — positions of sections (1 — along Inzer river and Agardy stream near Gabdyuk village, 2 — Basu river and roadcuts along the Ufa — Beloretsk highway northwest of Kulmas settlement, 3 — along the Ufa — Beloretsk road to the west of the bridge over Zuyachka river, 4 — along the Mendym river, 5 — along the Kukkarauk stream, 6 — along Zigan river).

в периклинали Алатауского антиклинория (см. рис. 5А и 5Б, точка 1), а также на западном крыле антиклинория по р. Басу и в дорожных выемках по автодороге Уфа — Белорецк северо-западнее хут. Кулмас (см. рис. 5А и 5Б, точка 2) в басинской свите и в разрезе по р. Мендым (см. рис. 5А и 5Б, точка 4) в куккараукской свите, где основные акцессорные минералы образуют циркон-apatит-рутил-гранат-турмалиновую, рутил-apatит-турмалин-циркон-гранатовую и турмалин-циркон-apatит-рутил-гранатовую ассоциации, для которых также характерна повышенная концентрация эпидота. Содержание последнего в отдельных пробах из пород басинской свиты в разрезе по р. Мендым достигает 3360 г/т.

В разрезах по руч. Кук-Караук (см. рис. 5Б и 5А, точка 5) и р. Зиган (см. рис. 5А и 5Б, точка 6) доминирующими минералами ассоциаций являются апатит, рутил и циркон, а гранат отмечается как редкие зерна. В отложениях басинской, куккараукской и зиганской свит по руч. Кук-Караук основные акцессорные минералы образуют турмалин-циркон-гранат-apatит-рутиловую, турмалин-циркон-apatит-рутиловую и апатит-турмалин-рутил-цирконовую ассоциации, а в отложениях зиганской свиты по р. Зиган — гранат-циркон-apatит-рутил-турмалиновую ассоциацию.

Типоморфные особенности акцессорных минералов рассматриваемых отложений близки.

Гранат представлен полуокатанными зернами неправильной формы и кристаллами ромбододекаэдрического облика, иногда со ступенчатыми гранями, бледно-розовой, иногда с желтоватым и лиловатым оттенками, и розовато-красной окраски. Размеры зерен граната колеблются от 0.1×0.1 до 0.4×0.4 мм.

Циркон наблюдается в хорошо окатанных зернах, реже кристаллах со сглаженными ребрами бледно-розовой, меньше розовой и молочно-белой (малаконы) окраски. Отмечены единичные зерна темно-розовых цирконов в отложениях куккара-

укской свиты. Цирконы содержат газовой-жидкие и игольчатые минеральные включения и цирконовые ядра. Размеры зерен циркона варьируют от 0.05×0.1 мм до 0.15×0.25 мм.

Апатит встречается в виде призматических кристаллов, а также в зернах неправильной формы и хорошо окатанных. Апатит бесцветный прозрачный, иногда с минеральными включениями, с размерами зерен от 0.05×0.05 мм до 0.18×0.3 мм.

Турмалин присутствует в кристаллах коричнево-бурой окраски и в хорошо окатанных зернах, которые имеют более разнообразную окраску: от светло-бурой до темно-бурой с коричневым и желтым оттенками и голубовато-серую. Размер окатанных зерен варьирует от 0.05×0.075 до 0.225×0.375 мм, а размер отдельных кристаллов достигает 0.25×0.325 мм.

Рутил представлен полуокатанными обломками удлиненной и уплощенной формы, редко кристаллами и коленчатыми двойниками, преимущественно оранжевой и оранжево-желтой окраски. Размер обломков от 0.07×0.07 мм до 0.2×0.225 мм.

Значительные содержания эпидота в породах ашинской молассы распределены по площади распространения пород и в разрезе неравномерно. На гистограмме (рис. 6), отражающей количественное соотношение эпидота в разрезах и по свитам в каждом из разрезов, видно, как меняется его содержание в породах разного стратиграфического положения (по вертикали в разрезе) и по площади распространения отложений.

Максимальными концентрациями эпидота характеризуются отложения басинской свиты восточного крыла Алатауского антиклинория в разрезе вдоль а/д Уфа — Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку (см. рис. 6, точка 3), куккараукской и зиганской свит в периклинальном замыкании Алатауского антиклинория в разрезе по р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк (см. рис. 6, точка 1). Как видим из рис. 6, содержание эпидота уменьшается в отложениях зиганской свиты (стра-

тиграфически снизу вверх по разрезу) и от восточного к западному крылу антиклинория, т.е. перенос обломочного материала происходит с востока на запад, а значит, область питания находится восточнее бассейна осадконакопления.

О местоположении основной области сноса в ашинское время существуют противоположные точки зрения. Согласно одной из них, область размыва находилась западнее бассейна осадконакопления в пределах Русской плиты [Олли, 1948; Гарань, 1946]. По представлению Л.Д. Ожигановой [1963], область размыва находилась восточнее осадочного бассейна в пределах осевой зоны Урала (хр. Уралтау). Значительная роль уральских пород в осадках ашинской серии отмечались Ю.Р. Беккером [1968] и Н.Д. Сергеевой [1986]. Согласно нашим данным, основной источник обломочного материала ашинской молассы в басинское, кукараукской и зиганское время находился восточнее осадочного бассейна.

Закключение

Близкий минеральный состав тяжелой фракции из обломочных пород басинской, кукараукской и зиганской свит, где преобладают минералы-спутники кислых и метаморфических пород, и сходный типоморфизм основных акцессорных минералов (циркона, апатита, граната, рутила и турмалина) обусловлены, вероятнее всего, единым комплексом пород в области питания.

Вариации содержания шлиховых минералов в отложениях разных разрезов и стратиграфических уровней рассматриваемых отложений могут быть обусловлены появлением дополнительных источников сноса обломочного материала. Так, в басинское и кукараукское время в области питания получили распространение породы основного и ультраосновного состава, продукты разрушения которых (ильменит, магнетит, хромшпинелиды) имеют значительные концентрации в разрезах по рекам Инзер, Мендым и Кук-Караук (см. рис. 5, табл. 1). Значительные концентрации эпидота и граната (минералов метаморфических пород) в отложениях молассы в северной части Алатауского антиклинория в разрезах по рекам Инзер, Басу, Мендым (см. рис. 1, 5, 6 и табл. 1) свидетельствуют о доминирующей роли в питающей провинции метаморфических образований.

Основные акцессорные минералы в породах басинской, кукараукской и зиганской свит образуют акцессорно-минеральные

Рис. 6. Гистограмма распределения эпидота в отложениях басинской, кукараукской и зиганской свит типовых разрезов

Местоположение разрезов: 1 — по р. Инзер и руч. Агарды в районе д. Габдюк, 3 — по автодороге Уфа — Белорецк в 6 км западнее моста через р. Зуячку, 4 — по р. Мендым.

Fig. 6. The histogram of distribution of the epidote in deposits Basa, Kukkarauk and Zigan formation

Positions of sections: 1 — along Inzer river and Agardy stream near Gabdyuk village, 3 — along the Ufa — Beloretsk road to the west of the bridge over Zuyachka river, 4 — along Mendym river.

ассоциации, в которых в зависимости от стратиграфической позиции отложений и местоположения разрезов меняются соотношение и роль минералов в ассоциации (см. рис. 5). Существенно гранатовая ассоциация, в которой основным руководящим минералом выступает гранат, характерна для ашинской молассы восточного крыла Алатауского антиклинория в разрезе по автотрассе Уфа — Белорецк западнее моста через р. Зуячку (см. рис. 5Б, точка 3). Доминирующая роль граната в ассоциациях в отложениях басинской, куккараукской и зиганской свит сохраняется и в разрезах по рекам Инзер и Мендым, а также в разрезе по р. Басу и в дорожных выемках по автотрассе Уфа — Белорецк северо-западнее хут. Кулмас (см. рис. 5, точка 1, 2 и 4), что также свидетельствует о важной роли локальных источников сноса для обособленных осадочных бассейнов ашинской молассы и позволяет определить направление переноса обломочного материала. Судя по тому, что количество граната и эпидота уменьшается от восточных к западным разрезам, основная область сноса в басинское, куккараукское и зиганское время находилась восточнее осадочного бассейна.

Таким образом, особенности состава и строения ашинской молассы на Южном Урале определены как условиями формирования (в передовом прогибе к западу от складчатой области и в межгорных долинах), так и составом пород питающих областей.

Исследование выполнено в соответствии с планами научно-исследовательских работ ИГ УФИЦ РАН (тема гос. задания № 0246-2019-0087).

Список литературы:

- Беккер Ю.Р. Позднедокембрийская моласса Южного Урала. — Л.: Недра, 1968. — 160 с.
- Беккер Ю.Р. Молассы докембрия. — Л.: Недра, 1988. — 288 с.
- Гарань М.И. Возраст и условия образования древних свит западного склона Южного Урала. — М.: Госгеоллиздат, 1946. — 51 с.
- Геологическая карта Российской Федерации и сопредельной территории республики Казахстан. М.: 1:1 000 000 (новая серия). Лист N-40(41) — Уфа / Отв. ред. В.И. Козлов. — СПб: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2002.
- Келлер Б.М. Тектоническая история и формации верхнего докембрия. — М.: ВИНТИ, 1973. — 119 с. — (Итоги науки. Сер. Общая геология; Т. 5).
- Козлов В.И. Верхний рифей и венд Южного Урала. — М.: Наука, 1982. — 128 с.
- Козлов В.И., Пучков В.Н., Краснобаев А.А., Нехорошева А.Г., Бушарина С.В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геологичес-

кий сборник № 9 / ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2011. — С. 52–56.

Копченова Е.В. Минералогический анализ шлихов. — М.: Госгеоллиздат, 1951. — 207 с.

Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. — М.: Госгеолтехиздат, 1961. — 316 с.

Ожиганова Л.Д. О возможности сопоставления верхнебавлинской серии востока Русской платформы и ашинской свиты западного склона Южного Урала // Труды ГГИ БФАН СССР. — 1963. — Вып. 8. — С. 11–21.

Олли А.И. Древние отложения западного склона Урала. — Саратов: Изд-во СГУ, 1948. — 414 с.

Преображенский И.А., Саркисян С.Г. Минералы осадочных пород (применительно к изучению нефтеносных отложений). — М.: Гостоптехиздат, 1954. — 462 с.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). — Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. — 280 с.

Семихатов М.А., Шуркин К.А., Аксенов Е.М., Беккер Ю.Р., Бибикова Е.В., Дук В.Л., Есипчук К.Е., Карсаков Л.П., Киселев В.В., Козлов В.И., Лобач-Жученко С.Б., Негруца В.З., Робонен В.И., Селько А.И., Филатова Л.И., Хоментовский В.В., Шемякин В.М., Шульдинер В.И. Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. — 1991. — № 4. — С. 3–13.

Сергеева Н.Д. Сопоставление вендских отложений западного крыла Башкирского мегантиклинория (Южный Урал) и юго-восточной окраины Русской плиты по акцессорным минералам // Докембрий и палеозой Южного Урала. — Уфа: БФАН СССР, 1986. — С. 24–36.

Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой) / Межведомственный Стратиграфический Комитет России. — Екатеринбург, 1993. — 151 схема, 152 с.

Шатский Н.С. Принципы стратиграфии позднего докембрия и объем рифейской группы // Стратиграфия позднего рифея и кембрия. — М.: Изд-во АН СССР, 1960. — С. 5–15.

Шутов В.Д. Классификация терригенных пород и граувакк // Граувакки. — М.: Наука, 1972. — С. 9–29.

Dickinson W., Suczek C. Tectonic and sand composition // Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. — 1979. — V. 63, No. 12. — P. 2164–2182.

Puchkov V.N., Krasnobayev A.A., Sergeeva N.D. The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // Journal of Geoscience and Environment Protection. — 2014. — No. 2. — P. 108–116. — doi.org/10.4236/gep.2014.23015.

Willner A.P., Ermolaeva T., Stroink L., Glasmacher U.A., Giese U., Puchkov V.N., Kozlov V.I., Walter R. Contrasting provenance signals in Riphean and Vendian sandstones in the SW Urals (Russia); constraints for a change from passive to active continental margin conditions in the Neoproterozoic // Precambrian Research. — 2001. — V. 100 (1–4). — P. 215–239.

References:

- Bekker Ju.R. Pozdnedokembriiskaya molassa Yuzhnogo Urala [Late Precambrian molasse of the Southern Urals]. L.: Nedra, 1968. 160 p. (In Russian).

- Bekker Yu.R.* Molassy dokembriya [Molasses of the Precambrian]. L.: Nedra, 1988. 288 p. (In Russian).
- Dickinson W., Suczek C.* Tectonic and sand composition // *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 1979. V. 63, No. 12. P. 2164–2182.
- Garan' M.I.* Vozrast i usloviya obrazovaniya drevnikh svit zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Age and conditions of origin of ancient formations of the western slope of the Southern Urals]. M.: Gosgeolizdat, 1946. 51 p. (In Russian).
- Geological map of the Russian Federation and adjacent territory of the Republic of Kazakhstan. Scale 1:1 000 000 (new series). The sheet N-40(41) – Ufa / *V.I. Kozlov (ed.)*. SPb: Kartfabrika VSEGEI, 2002 (In Russian).
- Keller B.M.* Tektonicheskaya istoriya i formatsii verkhnego dokembriya [Tectonic history and formations of the Upper Precambrian]. M.: VINITI, 1973. 119 p. (Results of science. Ser. General geology; V. 5) (In Russian).
- Kopchenova E.V.* Mineralogicheskii analiz shlichov [Mineralogical analysis of shlich]. M.: Gosgeolizdat, 1951. 207 p. (In Russian).
- Kozlov V.I.* Verkhniy rifei i vend Yuzhnogo Urala [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals]. M.: Nauka, 1982. 128 p. (In Russian).
- Kozlov V.I., Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Nekhorosheva A.G., Busharina S.V.* Arshinii — novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezakh Yuzhnogo Urala [Arshiniy — new straton of the Riphean in the stratotypic sections of the Southern Urals] // *Geologicheskii sbornik No. 9 / IG UCS RAS*. Ufa: DizainPoligrafServis, 2011. P. 52–56 (In Russian).
- Kuharenko A.A.* Mineralogiya rossypei [Mineralogy of placers]. M.: Gosgeolizdat, 1961. 316 p. (In Russian).
- Olli A.I.* Drevnie otlozheniya zapadnogo sklona Urala [Ancient deposits of the western slope of the Urals]. Saratov: SGU Publ., 1948. 414 p. (In Russian).
- Ozhiganova L.D.* O vozmozhnosti sopostavleniya verhnepavlinzskoi serii vostoka Russkoi platformy i ashinskoi svity zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [About a possibility of comparison of a Verhnepavlinzsky series of the east of Russian platform and Asha Formation of the western slope of Southern Urals] // *Trudy of GGI BFAN USSR*. 1963. V. 8. P. 11–21 (In Russian).
- Preobrazhenskii I.A., Sarkisyan S.G.* Mineraly osadochnykh porod (primenitel'no k izucheniyu neftenosnykh otlozhenii) [Minerals of sedimentary rocks (applied to study of oil-bearing deposits)]. M.: Gostoptehizdat, 1954. 462 p. (In Russian).
- Puchkov V.N.* Geologiya Urala i Priural'ya (aktual'nye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of Urals and Cisuralian area (topical issues of stratigraphy, tectonics, geodynamics, and metallongeniy)]. Ufa: DesignPoligraphService, 2010. 280 p. (In Russian).
- Puchkov V.N., Krasnobaev A.A., Sergeeva N.D.* The New Data on Stratigraphy of the Riphean Stratotype in the Southern Urals, Russia // *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2014. No. 2. P. 108–116. doi.org/10.4236/gep.2014.23015.
- Semikhatov M.A., Shurkin K.A., Aksenov Ye.M., Bekker Yu.R., Bibikova Ye.V., Duk V.L., Yesipchuk K.Ye., Karsakov L.P., Kiselev V.V., Kozlov V.I., Lobach-Zhuchenko S.B., Negrutsa V.Z., Robonen V.I., Sez'ko A.I., Filatova L.I., Khomentovskiy V.V., Shemyakin V.M., Shul'diner V.I.* Novaya stratigraficheskaya shkala dokembriya SSSR [The new stratigraphic scale of the Precambrian of the USSR] // *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* 1991. No. 4. P. 3–13 (In Russian).
- Sergeeva N.D.* Sopostavlenie vendskikh otlozhenii zapadnogo kryla Bashkirskogo megantiklinoriya (Yuzhnyi Ural) i yugo-vostochnoi okrainy Russkoi plity po aktsessornym mineralam [Comparison of the Vendian deposits of the western wing of the Bashkirian meganticlinorium (Southern Urals) and the southeastern margin of the Russian plate by accessory minerals] // *Dokembrii i paleozoi Yuzhnogo Urala [Precambrian and Paleozoic of the Southern Urals]*. Ufa: BFAN USSR, 1986. P. 24–36 (In Russian).
- Shatskii N.S.* Printsipy stratigrafii pozdnego dokembriya i ob'em rifeiskoi gruppy [Principles of a stratigraphy of the late Precambrian and volume of Riphean Group] // *Stratigrafiya pozdnego rifeya i kembriya [Stratigraphy of the Late Riphean and Cambrian]*. M.: AN USSR Publ., 1960. P. 5–15 (In Russian).
- Shutov V.D.* Klassifikatsiya terrigennykh porod i grauvalki [Classification of terrigenous rocks and grauvalki] // *Grauvalki [Greywacke]*. M.: Science, 1972. P. 9–29. (In Russian).
- Stratigraficheskie skhemy Urala (Dokembrii, paleozoi) [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)] / *Mezhvedomstvennyi Stratigraficheskii Komitet Rossii [Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia]*. Ekaterinburg, 1993. 151 scheme, 152 p. (In Russian).
- Willner A.P., Ermolaeva T., Stroink L., Glasmacher U.A., Giese U., Puchkov V.N., Kozlov V.I., Walter R.* Contrasting provenance signals in Riphean and Vendian sandstones in the SW Urals (Russia) constraints for a change from passive to active continental margin conditions in the Neoproterozoic // *Precambrian Research*. 2001. V. 100 (1–4). P. 215–239.

Сведения об авторах:

Козлова Ольга Вячеславовна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: riphey@ufaras.ru

Ратов Александр Александрович, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: ratov1990@icloud.com

Солодова Светлана Андреевна, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: solodowa.sveta2010@yandex.ru

Бояркин Сергей Александрович, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: sergey.boyardkin1@gmail.com

About the authors:

Kozlova Olga Vjacheslavovna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: riphey@ufaras.ru

Ratov Alexander Alexandrovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: ratov1990@icloud.com

Solodova Svetlana Andreevna, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: solodova.sveta2010@yandex.ru

Boyarkin Sergej Aleksandrovich, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: sergey.boyardkin1@gmail.com