

УДК 552.5 (1/9):551.248.1

**ПЕТРОФАЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ПСАММИТОВ ГОРНОГО АЛТАЯ
И ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ****Гусев А.И.***Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

В статье приведены данные о петрофациальных типах псаммитов палеозойских прогибов Горного Алтая. На основе соотношений обломков полевых шпатов, кварца, осадочных и изверженных пород в песчаниках выделены следующие петрофациальные типы: арениты, аркозы, лититы. По соотношениям различных компонентов песчаников реконструированы режимы бассейнов седиментации, что позволило интерпретировать их образование в обстановке внутри континентальных рифтов. Полученные данные по петрофациальным типам псаммитов подтверждают также и новые данные по петро-геохимическим показателям эффузивных и интрузивных образований наложенных прогибов Горного Алтая. В некоторых разрезах среди углеродистых образований палеозоя наблюдается формирование золото-черносланцевого оруденения.

Ключевые слова: песчаники, петрофациальные типы, аркозы, арениты, лититы, рифтогенная обстановка, золото-черносланцевое оруденение

**PETRO-FACIAL TYPE PSAMMITES OF MOUNTAIN ALTAI
AND GEODYNAMIC SETTING THEIR FORMING****Gusev A.I.***The Shukshin Altai State Humane-Pedagogical University, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru*

Data about petrofacial type psammites of Paleozoic depressions of Mountain Altai lead in paper. The follow petrofacial types psammites detached: arenites, arkoses, litites on the basis of ratio clasts of feldspars, quartz, sedimentary and extrusives rocks in sandstones. Regimes of basins depositions reconstructed on the ratio of different components sandstones that it is allow interpreted their formation in the setting of inland rifts. The received data on petrofacial types psammites confirm new data by petro-geochemical exponents of volcanogenic and intrusive formations of collected depressions of Mountain Altai so. Gold-black-shale ore mineralization observed of forming in some sections among carbonic formations of Paleozoic of Altai.

Keywords: sandstones, petrofacial types, arcose, arenites, litites, rift setting, gold-black-shale ore mineralization

Выявление петрофациальных типов песчаников регионоиврает важную роль в реконструкции палеофациальных и палеогеодинамических обстановок бассейнов седиментации [5, 7]. Такие исследования позволили реконструировать особенности обстановок седиментации и геодинамического режима для юрских осадочных разрезов Большого Кавказа [1]. Чаще всего геодинамические режимы выявляются на основе изучения вулканических и интрузивных образований без учёта седиментационной составляющей тектонических блоков, что может привести к ошибочной трактовке геодинамических режимов. Палеозойские тектонические прогибы Горного Алтая с этих позиций трактуются чаще всего как активно-континентально окраинных геодинамических обстановок. На некоторых участках развития раннекембрийского и раннедевонского осадконакопления в прогибах региона отмечаются проявления золото-черносланцевого типа оруденения. На основе выше изложенного *актуальность* петрофациального анализа псаммитов Горного Алтая не вызывает сомнений и *целью исследований* является литологи-

ческое изучение палеозойских псаммитов Горного Алтая и соседних территорий для реконструкции палеогеодинамического режима их формирования и потенциальной рудоносности.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

При изучении песчаников проводились специальные исследования и опробование с целью выявления петрофациальных типов псаммитов, используемых для выявления геодинамической обстановки среды седиментации, тектонической обстановки источников сноса материала. Такие исследования выполнены для разновозрастных свит (от раннего кембрия до позднего девона), содержащих наибольшее количество песчаников.

В западной части Алтае – Саянской складчатой области (АССО) наиболее мощные разрезы пестроцветных терригенных пород ордовика, силура и девона распространены в известных прогибах: Уйменском, Лебедском, Ануйско-Чуйском, Тельбесском, заложенных на складчатых океанических и островодужных комплексах

рифья, венда и кембрия. Они представлены, преимущественно, глинистыми сланцами, алевролитами, песчаниками, реже конгломератами, известняками, спорадически – калькаренитами. Нередко отмечается флишоидное переслаивание пород. Количественный минералогический анализ кластогенных обломков в шлифах и протолочках западной части АССО проведён в песчаниках 9 свит по 223 пробам (таблица).

углисто-глинистые пачки с кремнями, а также олистростромы с олистолитами известняков. Песчаники убинской свиты классифицируются как лититовые граувакки с обильными обломками пород и тяготеют к полю псаммитов нерасчленённой островной дуги. Учитывая неразрывный характер накопления пород убинской свиты с океаническими образованиями региона их следует рассматривать в составе океанических

Содержание кластогенных обломков в песчаниках Горного Алтая и Горной Шории (%)

Свиты	n	Q _t	Q _p	F	L	L _{vm}	L _{sm}	L _m	L _v	L _s
Горный Алтай										
Кубойская (D ₁)	26	51,6	48,7	42,9	5,4	2,1	3,3	3,1	0,8	1,5
	11	94,0	1,0	6,0	–	–	–	–	–	–
	32	29,6	25,0	21,6	44,2	2,8	2,1	4,4	28,8	10,5
Барагашская (D ₁)	11	38,5	38,0	57,3	5,1	1,1	4,0	0,7	0,4	4,0
	9	91,5	4,0	8,5	–	–	–	–	–	–
	15	27,9	26,5	22,4	43,9	3,9	1,6	5,7	32,3	6,2
Камышенская (D ₁)	9	40,6	39,5	54,8	4,8	1,2	3,6	0,8	0,5	3,5
	12	31,0	29,2	23,2	45,8	3,8	1,3	5,1	31,2	9,5
Черноануйская (S ₂)	5	38,8	38,1	55,9	5,3	0,9	4,4	0,9	0,9	3,5
	7	33,1	28,7	21,5	45,4	6,6	1,8	8,4	25,1	11,5
Точильная (S?)	7	56,5	55,1	12,1	24,3	5,1	19,2	7,6	1,6	15,1
	5	39,6	32,1	32,0	38,4	1,4	6,3	7,7	12,1	18,6
Гурьяновская (O ₂₋₃)	5	42,1	38,2	13,4	44,5	7,2	36,3	5,5	1,7	37,3
	6	73,9	55,1	2,0	24,1	3,5	7,5	11,0	5,1	7,9
Ханхаринская (O ₂)	5	37,5	37,1	57,0	4,5	0,5	4,0	0,5	0,5	3,5
	6	33,0	29,1	21,4	45,6	6,8	2,3	9,1	25,0	11,5
Горная Шория										
Красногорская (D ₁)	5	46,3	46,1	50,1	4,1	0,7	3,4	0,4	0,2	3,5
	12	90,5	3,0	9,5	–	–	–	–	–	–
	9	29,7	25,1	21,5	44,1	2,9	2,0	4,3	28,9	10,4
Чултинская (D ₁)	11	32,5	27,5	17,5	28,7	6,7	2,2	9,0	24,8	11,3
	7	96,0	1,0	4,0	–	–	–	–	–	–
	8	62,2	52,8	2,8	33,1	3,6	7,4	11,5	5,0	8,1

Примечание. n – количество проб; Q_t – общее содержание зёрен кварца; F – общее содержание полевых шпатов; Q_p – поликристаллический кварц; L – общее количество литических обломков; L_{vm} – вулканические и метавулканические обломки; L_{sm} – осадочные и метаосадочные обломки; L_m – обломки метаморфических пород; L_v – фрагменты вулканических пород; L_s – обломки осадочных пород.

Изученные разрезы располагаются в упоминавшихся прогибах: ханхаринская, черноануйская, камышенская, барагашская свиты в Ануйско-Чуйском, гурьяновская, точильная, кубойская, чултинская – в Лебедском, Кубойская – в Уйменском, красногорская – в Тельбесском.

На склонах воздымающихся океанических островов раннего кембрия в локальных впадинах в условиях океанической седиментации накапливались склоновые флишоидно-граувакковые отложения убинской свиты (Є₁), в разрезах которой значительную роль играют черносланцевые

структурно-вещественных комплексов. В черносланцевых разрезах свиты с повышенной карбонатностью наблюдаются зоны сульфидизации на р. р. Сия, Кубань, Карым, Уба, где проявлено золото-черносланцевое оруденение.

Песчаники в разрезах свит от ордовика до верхнего девона образуют слои и пакеты мощностью от 0,5 до 120 м, составляя в объёмах стратонов от 10 до 55% (по объёму). Слоистость в них проявлена хорошо (от простой линейной, нередко прерывистой, до косой) и подчёркивается разнозернистыми разностями. Окатанность зёрен,

преимущественно, хорошая, «зрелость» песчаников от средней до высокой и возрастает в направлении от ордовикских к нижнедевонским. Анализ состава псаммитов показывает, что песчаники относятся к четырём петрофациальным типам, характерным для определённых обстановок седimentации: кварц-полевошпатовым аркозам, кварц-лититовым аренитам, гибридным полевошпат-кварц-лититовым аренитам и кварцевым пескам. При этом кварц-лититовые арениты встречаются в разрезах гурьяновской, точильной и чултинской свит Лебедского прогиба. Эти арениты характерны для полициклических орогенов. Им свойственны низкие содержания полевых шпатов, а в составе литических фрагментов – резкое преобладание детрита осадочных и метаосадочных пород. Географический описываемый петрофациальный тип песчаников с небольшими вариациями соотношений основных кластогенных фрагментов распространён на восточном крае Лебедского прогиба и указывает однозначно на источник сноса, расположенный восточнее этого палеобассейна, и определяет тектоническую обстановку рециклингового орогена источника сноса (рис. 1).

отметить, что в Лебедском прогибе отложения кубойской свиты завершают единый седиментационный мегацикл (ордовик-нижний девон) и кварц-полевошпатовые аркозы этой свиты восточной части Лебедского прогиба на диаграммах занимают поля поднятия континента. Формирование таких песчаников происходит в тектонической обстановке трансформного разлома или на «плечах» рифта [5]. Эта интерпретация аркозовкубойской свиты (вблизи трансформного разлома) отвечает тектонической обстановке осадконакопления в Лебедском палеобассейне.

Вероятно, неоднозначная интерпретация лититов гурьяновской и точильной свит связана с тем, что источники сноса детритуса при формировании этих литостратонов были слабо метаморфизованы, а супракрустальные и гнейсовые образования имели подчинённое значение. Однако детальное микроскопическое изучение полевошпатовых и кварц-полевошпатовых зёрен в этих песчаниках показало, что они содержат микропертиты и мирмекиты, указывающие на гранито-гнейсовый источник их разрушения и сноса. И это обстоятельство является решающим в интерпретации

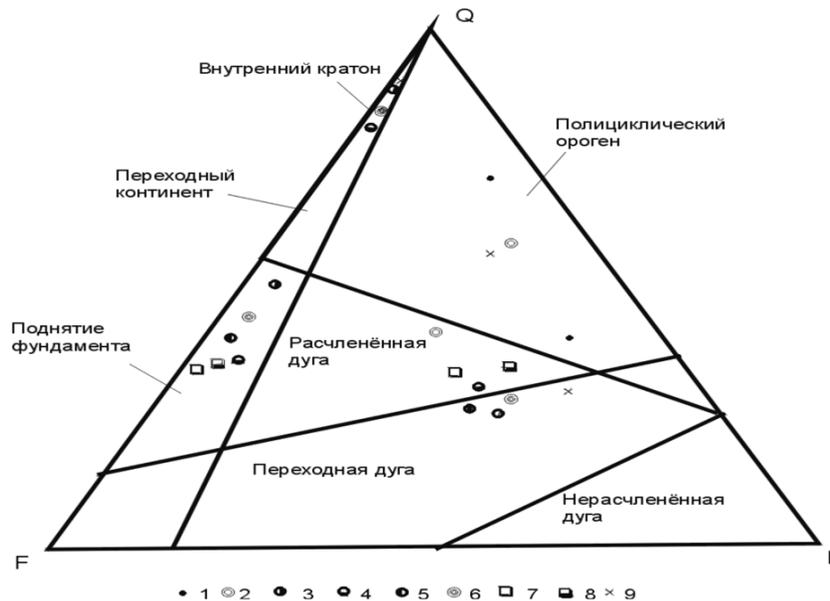


Рис. 1. Диаграмма Q-F-L по В. Диккинсону, С. Сузеку [5] для палеозойских песчаников Горного Алтая и Горной Шории. Q – общее количество зёрен кварца, F – содержание полевошпатовых зёрен, L – количество литических обломков. Песчаники свит: 1 – гурьяновской (O_1), 2 – точильной (S), 3 – кубойской (D_1), 4 – барагашской ((D_1)), 5 – камышенской ((D_1)), 6 – красногорской ((D_1)), 7 – ханхаринской ((O_2)), 8 – черноануйской (S), 9 – чултинской (D_1)

В координатах $L_m - L_v - L_s$ фигуративные точки составов анализируемых аренитов располагаются в поле рифтогенной континентальной окраины. Следует

геодинамической обстановки их формирования. А учитывая непрерывность разреза терригенных пород от ордовика до девона в Лебедском прогибе, следует принять

образование всего разреза в обстановке трансформной континентальной окраины в палеобассейнах, развивавшихся в обстановке рифтогенного растяжения. Следует обратить внимание на тот факт, что песчаники красногорской, ханхаринской, камышенской, черноануйской свит на диаграмме $L_v - L_m - L_s$ располагаются в непосредственной близости к среднему модальному составу песчаников формации Кэмп Райс рифта Рио-Гранде (штат Южная Нью Мексика). В последнем осадочный разрез имеет двучленное строение, весьма схожее с терригенными разрезами описываемых прогибов АССО. Песчаники нижней формации Ринкон Вэлли рифта Рио-Гранде в координатах $Q_1 - F - L$ ложатся вблизи островодужного поля из-за обилия вулканического детрита и плагиоклаза. Однако тектоническая интерпретация песчаников обеих формаций (Кэмп Райс и РинконВэлли) рифта Рио-Гранде однозначная – внутриконтинентальная рифтогенная [7].

Петрофациальный тип кварц-полевошпатовых аркозов распространён в разрезах кубойской (Лебедской, Уйменский прогибы), барагашской, ханхаринской, камышенской, черноануйской (Ануйско-Чуйский прогиб) и красногорской (Тельбесский прогиб) свит. Фигуративные точки этих весьма зрелых аркозов попадают в поле поднятий фундамента. Геодинамическая интерпретация осадконакопления песчаников этого петрофациального типа – «плечи» рифта или трансформного разлома. Таким образом, во всех изученных прогибах присутствуют достаточно зрелые песчаники, формировавшиеся на плечах трансформного разлома или рифтогенной континентальной окраины.

Кроме того, в этих же бассейнах накапливались сложные по составу кварц-полевошпат-лититовые песчаники, попадающие в обстановку переходной островной дуги (кубойская, камышенская, чултинская свиты) и расчленённой островной дуги (барагашская, ханхаринская, черноануйская, точильная свиты). Этот петрофациальный тип песчаников отражает состав пород разрушавшегося источника сноса. Такими источниками, вероятно, были вулканогенные разрезы пород рифея, венда, нижнего кембрия (манжерокская, эсконгинская, мрасская и другие свиты Горного Алтая, Горной Шории, Салаира, Западного Саяна, Кузнецкого Алатау). Характерной особенностью некоторых разрезов раннедевонского возраста является ассоциация с алевролитами и алевролитоглинистыми участками с высокими содержаниями углеродистого вещества. Так в Ануйском проги-

бе к таким разрезам с обильной пиритовой минерализацией приурочены перспективные проявления золото-черносланцевого типа (Лог № 26 Топольнинского рудного поля) [2–4].

Значительно меньшим распространением пользуются существенно кварцевые пески, состоящие на 90–96 % из монокристаллического кварца. Небольшую примесь в них составляют зёрна полевого шпата. Спорадически отмечаются поликристаллические фрагменты кварца. Такие песчаники зарегистрированы в разрезах нижнего девона в составе кубойской, красногорской и чултинской свит, т.е. в верхах терригенных разрезов всех рассматриваемых бассейнов. На диаграмме В. Диккинсона и С. Сузека кварцевые пески (наиболее «зрелые») попадают в поле внутреннего кратона. Источником сноса таких песчаников являлись гранитные и гнейсовые массивы. Высокое отношение монокристаллического к поликристаллическому кварцу и калиевого полевого шпата к плагиоклазу является характерной чертой этого петрофациального типа, свидетельствующее о высокой «зрелости» таких песков. Транспортировка кварцевых зёрен от источников сноса к местам седиментации была недалёкой и осуществлялась в более спокойной обстановке, чем при отложении песков других петрофациальных типов песчаников.

Выводы

Петрофациальные особенности псаммитов в наложенных прогибах герцинского тектогенеза Горного Алтая указывают на их формирование в рифтогенной внутриконтинентальной обстановке. На геодинамическую обстановку формирования структурно-вещественных комплексов наложенных прогибов Горного Алтая существуют различные точки зрения. На основании петро-геохимических данных интрузивных и вулканогенных пород геодинамическая интерпретация тектонических структур Ануйско-Чуйского, Уймено-Лебедского и других аналогичных прогибов рассматривалась как активно-континентально-окраинная Андийского типа [8].

Интерпретация аркозов, лититов и аренитов всех проанализированных свит (во внутриконтинентальном рифте) отвечает тектонической обстановке осадконакопления в Лебедском и Ануйско-Чуйском палеобассейнах. Аналогичное положение в рифтогенной континентальной обстановке занимают фигуративные точки минеральных составов аренитов и на диаграмме $Q_p - L_{vm} - L_{sm}$ (рис. 2).

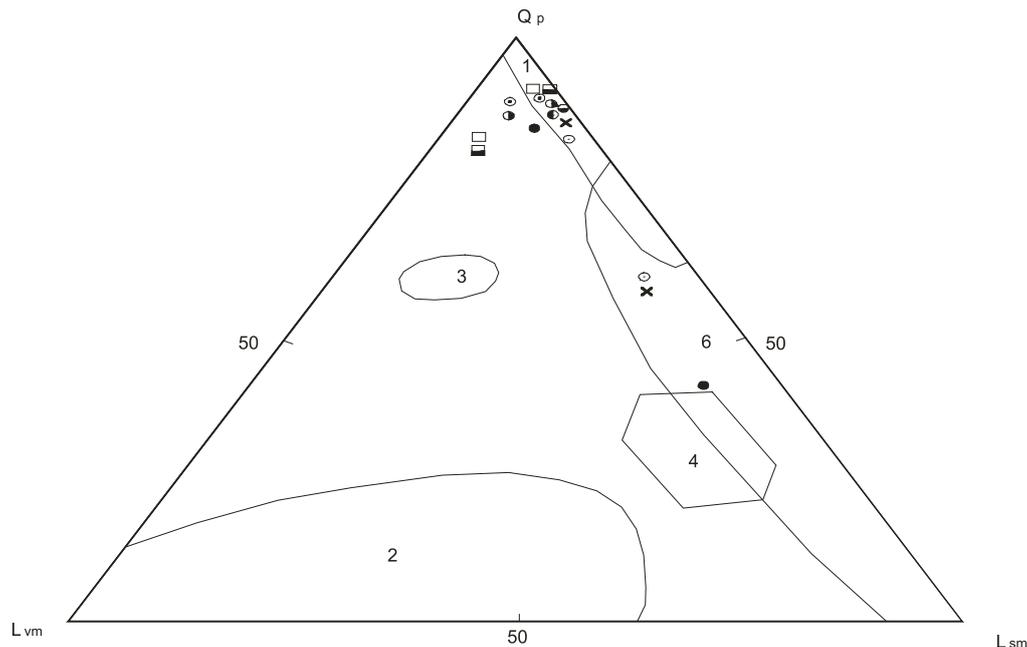


Рис. 2. Диаграмма $Q_p-L_{vm}-L_{sm}$ по [5, 6] для песчаников Горного Алтая и Горной Шории. Q_p – обломки поликристаллического кварца; L_{vm} – обломки вулканических и метавулканических пород; L_{sm} – обломки осадочных и метасадочных пород. Вещественные комплексы геодинамических обстановок формирования песчаников: 1 – рифтогенных континентальных окраин; 2 – вулканических островных дуг; 3 – субдукционных комплексов; 4 – смешанных дуговых и субдукционных комплексов; 6 – рециклинговых орогенов. Остальные условные обозначения на рис. 1

По нашим новым данным такая же геодинамическая обстановка формирования структурно-вещественных комплексов анализируемых тектонических блоков Горного Алтая получена и по петро-геохимическим данным, наличию анорогенных лав в разрезе, а также анорогенных гранитоидов А-типов это внутри континентальные рифты [4].

Таким образом, петрофациальные типы псаммитов в наложенных депрессиях герцинского цикла развития Горного Алтая охватывают весьма зрелые аркозы, арениты, лититы, формировавшиеся в обстановке внутриконтинентальных рифтов.

В благоприятных условиях в бассейнах седиментации накапливались углеродистые толщи с обильной пиритовой минерализацией и формировались золото-черносланцевые месторождения, представляющие весьма перспективный тип оруденения для региона.

Список литературы

1. Гусев А.И. Петрофациальные типы ниже-среднеюрских песчаников Северного Кавказа и геодинамические обстановки их формирования // Труды института Геологии

Дагестанского научного центра АН СССР, 1990. – Вып. 42. – С. 54–64.

2. Гусев А.И., Гусев Н.И., Табакаева Е.М., Дзагоева Е.А. Петрология и рудоносность магмо-рудно-метасоматических систем Солонешенского рудного района Алтая. – Бийск: АГАО, 2013. – 204 с.

3. Гусев А.И. Перспективы терригенных образований убинской свиты приграничных районов Республики Алтай и Кемеровской области на золото-черносланцевое оруденение // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 7. – С. 54–59.

4. Гусев А.И. Мантийно-коровое взаимодействие и геодинамическая обстановка формирования гранитоидов герцинского тектогенеза в Горном Алтае // Геология и минеральные ресурсы Сибири. – 2014. – № 2. – С. 67–74.

5. Dickinson W.R., Suczek C.A. Platetectonic sandstone compositions // Amer. Assoc. Petroleum Geol. Bull., 1979. – V.63. – P. 2164–2182.

6. Ingersoll R.V., Suczek C.A. Petrology and provenance of Neogene sand from Nicobar and Bengal fans, DSDP sites 211 and 218 // Journ. Sed. Petrology, 1979. – v. 49. – P. 1217–1228.

7. Mack G.H. Exeptions to the relationship between plate tectonics and sandstones composition // Journ. Sed. Petrol., 1984. – V. 54. – № 1. – P. 212–220. mahmatism.

8. Rudnev S.N., Kruck N.N., Gusev A.I. et al. Middle Paleozoic granitoids magmatism in Gornaya Shoria and Eastern Altai, Russia (U-Pb age data and geochemic distinctive features) / Continental growth in the Phanerozoic: evidence from Central Asia. – Novosibirsk, 2001. – P. 90–91.