

НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИИ ОБЛОМКОВ ПОРОД ИЗ КОНГЛОМЕРАТОВ ВЕРХНЕГО ДОКЕМБРИЯ И ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА

© 2013 г. А. И. Ялышева

Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7
E-mail: Yalysheva@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 29.04.2013 г.

Исследование морфологии галек из древних терригенных отложений является важным инструментом при палеогеографических и литолого-фациальных построениях. Благодаря использованию числовых значений окатанности и коэффициентов формы F и S , а также генетических SF-диаграмм были получены новые данные по морфологии обломков пород из конгломератов венда и верхнего палеозоя Среднего и Южного Урала. Результаты исследования позволили установить, что обломки массивных пород (кварциты, вулканиты, граниты, песчаники) из вендских и палеозойских отложений, которые по текстурно-структурным особенностям были идентифицированы как флювиальные, характеризуются очень сходными формами галек с современным аллювием и пролювием и, соответственно, имеют очень близкие к ним значения коэффициентов формы. В тоже время, значения коэффициентов окатанности для однотипных отложений могут значительно отличаться. Для распознавания образований турбидитов применение методов коэффициентов формы и окатанности не корректно, так как гальки в основном обладают морфологией, унаследованной от предыдущих обстановок седиментации. При анализе корреляции между показателями окатанности и коэффициентами формы обломков пород было установлено отсутствие связи между ними. Каждый из критериев морфологии галек несет свой генетический смысл, отвечающий за отдельные особенности формирования осадка, поэтому, при реконструкциях обстановок седиментации не корректно заменять или использовать только один из коэффициентов. В целом, стоит отметить, что использование базы данных значений коэффициентов морфологии современных осадков разных генетических типов, для распознавания генезиса условий седиментации древних осадочных комплексов имеет важное верификационное значение.

Ключевые слова: обломки пород, окатанность, коэффициенты формы, генетические типы отложений, верхний докембрий, верхний палеозой, Урал.

Основополагающий принцип осадочной геологии, введенный Ч. Лайелем в конце XIX в., – “*настоящее есть ключ к прошлому*” – с наибольшим успехом применяется при идентификации условий осадконакопления терригенных пород. При палеореконструкциях первостепенная роль отводится особенностям морфологии кластогенных компонентов пород, которые, являясь ключом для понимания процессов и способов седиментации, времени и дальности переноса, а также условий захоронения осадков (рис. 1) [13, 14, 16, 17, 29, 31, 38, 45, 54].

Например, для установления генезиса псефитов исследователи опираются на анализ текстурных признаков поверхности гальки [47]. Считается, что ограненные и отшлифованные гальки с параллельными штрихами, шрамами и рубцами, с зарубками, утюгообразной или пулеобразной формы являются индикаторами гляциальных обстановок [21]. Трехгранники или вентифакты (эоловые гальки) позволяют идентифицировать эоловую или субэаральные обстановки осадконакопления [47].

Трещиноватая огранка (chink facets) [62] или полированная поверхность галек указывают на принадлежность галечников или конгломератов к категории прибрежных образований. Следы растрескивания и дробления, ударов и трещин на поверхностях галек чаще всего характерны для пролювиальных отложений. Однако на основе наблюдений за текстурными признаками поверхности галек из древних отложений не всегда представляется возможным установить происхождение последних, так как в процессе переноса или захоронения осадка многие элементы их поверхностной текстуры могут исчезнуть, оказаться не распознаваемыми или быть многократно преобразованными.

Существует большое количество отечественных и зарубежных исследований, в которых освещены различные аспекты формирования вещественного и гранулометрического составов псефитов, но при этом заметно меньше внимания уделено морфометрическим характеристикам слагающих их фрагментов.



Рис. 1. Основные показатели морфологии обломков пород.

Благодаря созданному для различных регионов мира баз данных значений морфологии галек и валунов из кайнозойских отложений различного генезиса (аллювиальных, гляциальных, морских и др.) [35, 36, 41, 44, 46, 50–52, 55, 56, 58], мы обладаем возможностями сравнить с ними значения морфологических типов обломков пород древних отложений, что в конечном счете, позволяет существенно детализировать наши представления об условиях их формирования.

Под морфологией галек в современной седиментологии понимаются характеристики их внешнего облика, которые определяются через эмпирические величины коэффициентов формы (F и S), окатанности (P) и сферичности (Ψ) и т.д. [31, 33, 34]. Анализ коэффициентов поставлен на строгую математическую основу, так как каждое значение этих параметров обладает высоким верификационным смыслом, что позволяет, во-первых, сравнивать полученные величины с эталонными, а во-вторых, сопоставлять независимо установленные по единой методике данные для разных геологических объектов.

Объектом нашего исследования были разновозрастные конгломераты верхнего докембрия и верхнего палеозоя Среднего и Южного Урала. Следует заметить, что история исследования формы и степени окатанности галек и валунов из указанных образований охватывает значительный период времени, начиная с 30-х гг. XX в. Из многих работ, в той или иной мере посвященных исследованию конгломератов Урала, особо следует отметить труды А.В. Хабакова [17], А.А. Кухаренко [5, 6], С.Г. Саркисяна и Л.Т. Климовой [15], Ю.Р. Беккера [2], Г.А. Мизенса [8] и ряда других исследователей. Однако определения коэффициентов формы и окатанности галек были произведены названными авторами с помощью разных методологических прие-

мов, поэтому сравнение полученных ими результатов не позволяет прийти к корректным сопоставлениям. Кроме того, вопрос о генетической значимости коэффициентов формы в перечисленных работах или не рассматривался совсем или не имел самостоятельной ценности.

Целью наших исследований было решение ряда задач, среди которых наиболее важными являлись следующие. 1. Выяснение степени сопоставимости коэффициентов формы и степени окатанности галек из разных современных (голоцен-плейстоцен) обстановок седиментации с аналогичными параметрами галек древних (докембрий-палеозой) отложений при идентификации генезиса последних. 2. Установление степени подобия коэффициентов морфологии обломков разных по составу, но очень близких по генезису отложений (для решения этой задачи нами был отдан приоритет изучению флювиальных образований). 3. Исследование зависимостей между коэффициентами формы и окатанности галек. Решение последней задачи позволило бы определить, насколько могут быть взаимозаменяемыми характеристики морфологии галек.

МАТЕРИАЛ

Для решения перечисленных задач нами изучены конгломераты Башкирского мегантиклинория, Предуральского прогиба и Восточно-Уральской мегазоны: пролювиально-аллювиальные образования кукарукской свиты ашинской серии верхнего венда, пролювиальные конгломераты усмановской свиты московского яруса среднего карбона и аллювиально-дельтовые псефиты кошелевской свиты кунгурского яруса нижней перми. Кроме того, проведено исследование отложений гравитационных потоков в раз-

Таблица 1. Материал

Свита	Место отбора образцов	Индекс	Петрографический тип отложений	Состав галек
Куккараукская	трасса Уфа–Магнитогорск (N 53°34'; E 56°40')	A11-21	валунные, средне- и мелко-галечные олигомиктовые литокластовые	кварцевые песчаники, кварциты, жильный кварц
	ручей Кук-Караук (N 53°36'; E 56°46')	A11-22	валунно-галечные олигомиктовые литокластовые	
	трасса Уфа–Белорецк, 126 км (N 54°20'; E 57°10')	A11-28	мелко- и среднегалечные олигомиктовые литокластовые	
	трасса Уфа–Белорецк, 117 км (N 54°19'; E 57°15')	A11-30	мелко- и среднегалечные литопетрокластические	
Усмановская	гора Козья (р. Багаряк, д. Усманово) (N 56°10'; E 61°50')	A12-1	средне- и крупногалечные и валунные мономиктовые известняковые	кварцевые песчаники, кварциты, кислые вулканы, основные вулканы, известняки
Урминская	левый берег р. Усьва (выше устья р. Ломовка, в 2.3 км выше пос. Мыс) (N 58°33'; E 57°30')	A12-3-61 A12-3-62	средне- и крупногалечные полимиктовые кремнекластовые	кварцевые песчаники, кварциты, кремни, известняки
Кошелевская	правый берег р. Чусовой, в 2 км ниже д. Попово (N 58°11'; E 57°15')	A-3-5	крупно- среднегалечные полимиктовые	

Таблица 2. Средние значения коэффициентов морфологии галек

Свиты и номера обнажений		D, см; $\bar{X}_{\text{ср}} \pm \sigma$	P, $\bar{X}_{\text{ср}} \pm \sigma$	Коэффициенты формы, $\bar{X}_{\text{ср}} \pm \sigma$	
				S	F
Куккараукская	A11-21	2.49 ± 0.87	0.38	0.31 ± 0.17	0.54 ± 0.23
	A11-22	2.55 ± 0.98	0.25	0.34 ± 0.16	0.55 ± 0.26
	A11-28	3.34 ± 1.58	0.40	0.33 ± 0.15	0.57 ± 0.25
	A11-30	3.44 ± 1.56	0.70	0.36 ± 0.15	0.48 ± 0.24
Усмановская	A12-1	5.12 ± 1.82	0.27	0.44 ± 0.09	0.35 ± 0.35
Урминская	A12-3-61	4.31 ± 1.65	0.56	0.50 ± 0.24	0.41 ± 0.15
	A12-3-62	4.16 ± 1.43	0.53	0.19 ± 0.04	0.29 ± 0.13
Кошелевская	A12-3-5	4.99 ± 1.56	0.48	0.49 ± 0.17	0.37 ± 0.14

резах урминской свиты артинского яруса нижней перми (табл. 1, рис. 2).

Анализ формы галек чаще всего проводился на обломках пород с размерами по наибольшей оси от 2–3 до 5 см. Выборка галек составила не менее 250 штук [40]. Согласно этому были рассчитаны коэффициенты морфологии 2500 галек, размера преимущественно около 3–4 см (табл. 2).

МЕТОДИКА

Несмотря на длительную, охватывающую почти весь XX век, историю исследования морфологии галек, в мировой практике все еще нет единой методики этого процесса. Так, например, для определения значений окатанности обломков существует более десяти различных подходов [5, 17, 48, 53, 57, 60, 62 и др.], что ведет к существенному разбросу представлений об интерпретации аналитических данных.

В результате анализа многочисленных исследований, посвященных данному вопросу, мы, вслед за

[13, 18, 28, 31, 33, 37, 42, 57], приходим к выводу, что окатанность обломков пород является функцией степени их истирания, т.е. рассчитанные эмпирические значения окатанности определяют дальность и/или длительность воздействия водного потока на те или иные обломочные компоненты. Полученные Н.В. Разумихиным [13] экспериментальные данные по характеру окатанности разных по составу пород позволяют определять расстояние перемещения галек от источника сноса до места захоронения.

Для вычисления степени окатанности галек мы выбрали коэффициент Х. Уэделла [60], который рассчитывается по формуле $P = r_1/R$ (здесь, r_1 – радиус кривизны самого острого угла, R – средний радиус гальки). Для облегчения необходимых по этой методике измерений обычно используется специальная палетка, представляющая собой серию нанесенных через 5 мм концентрических окружностей разного радиуса. При этом, для определения значений P могут быть использованы как сами гальки, приложенные на палетку, так и их фото-

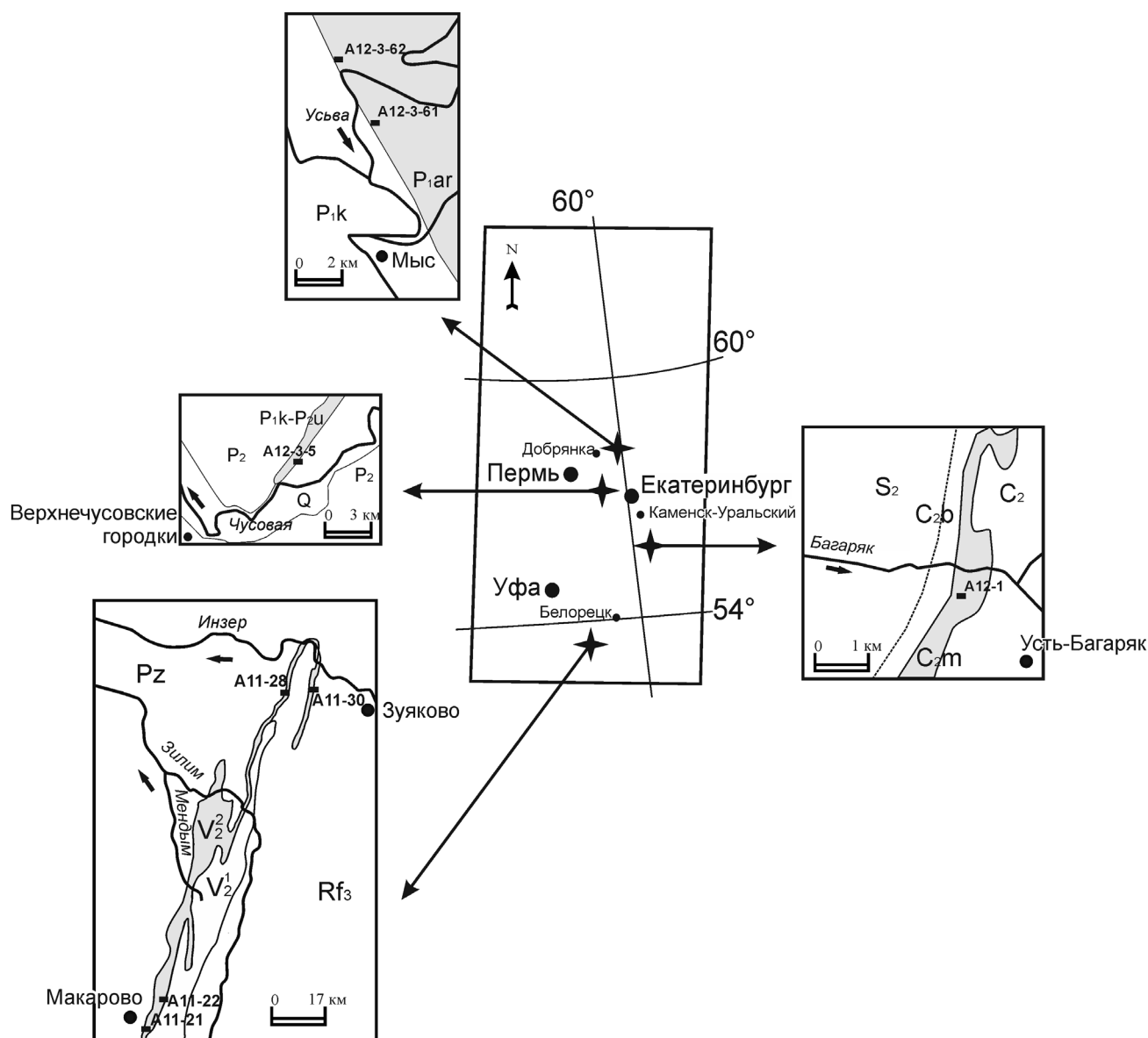


Рис. 2. Карта-схема расположения обнажений конгломератов.

графии. В целом, согласно данным Н.В. Разумихина [13], для получения представительных результатов необходимо измерить для каждого из исследуемых объектов по 200–250 галек, что и было сделано в нашей работе.

Величины, описывающие форму галек, основаны на использовании соотношений трех главных осей – наибольшей (ось *a*), средней (ось *b*) и наименьшей (ось *c*). Здесь однако следует отметить, что существуют несколько классификаций формы обломков пород, в основе которых лежат разные пропорции значений осей (табл. 3). Кроме того, есть терминологические сложности, так как разные исследователи, в зависимости от предложенной ими методики, по-разному классифицируют форму обломков (табл. 3). К сожалению, полученные по раз-

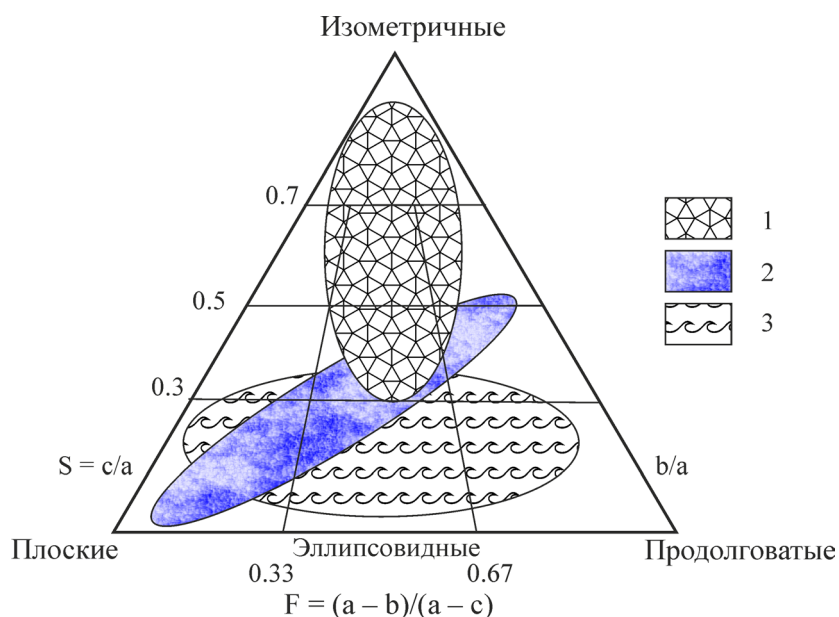
ным методикам и при помощи разных классификаций данные о форме обломков сопоставлять и обобщать часто не представляется возможным.

Как показывает анализ современных публикаций, наиболее востребованными в мировой практике являются коэффициенты формы обломков *F* и их изометричности *S* [58], рассчитываемые с помощью программного пакета “*Graham and Midgley's spreadsheet method*” [40, 41]. В результате, полученные данные легко конвертировать в треугольную SF-диаграмму, что обеспечивает простоту в использовании методики.

Коэффициент формы *F* рассчитывается как $(a - b)/(a - c)$. При его значениях <0.33 обломочные частицы идентифицируются как плоские; при $0.33 < F < 0.67$ – эллипсоидные; при $F > 0.67$ облом-

Таблица 3. Основные классификации формы обломков пород

Форма	Автор
Плоская (flat), сферическая (spherical) и колоночная (columnar).	T. Zingg [63]
Дисковидная (disc-shaped), сферическая (spherical), эллипсовидная (bladed) и стержнеобразная (rod-like).	W.C. Krumbein [48]
Изометричная, дисковидная, палочковидная, лентовидная.	И.А. Преображенский [12]
Призматическая, уплощенная/дисковидная, цилиндрическая и шаровидная.	Н.Б. Вассоевич [4]
Изометричная (compact), изометрично-плоская (compact platy), изометрично-эллипсовидная (compact bladed), изометрично-продолговатая (compact elongate), плоская (platy), эллипсовидная (bladed /ellipsoid), продолговатая (elongate), очень плоская (very platy), очень эллипсовидная (very bladed), очень продолговатая (very elongate).	E. Sneed, R. Folk [58]
Уплощенная, округлая, уплощенно-цилиндрическая, цилиндрическая.	Л.Б. Рухин [14]
Сплюснутая (oblate), изометричная (equant), трехосная (triaxial), удлинённая (prolate).	R. Brewer [32]
Сферическая (spherical), сплюснутая (oblate), удлинённая (prolate).	D.I. Benn, C.K. Ballantyne [30]
Глыбообразная (blocky), плитчатая (slabby).	D.I. Benn [29]
Е - класс, Z - класс.	T. Szabo, G. Domokos [59]

**Рис. 3.** SF-диаграмма [34, 36, 58].

Области генетических типов отложений: 1 – аллювиальные и моренные, 2 – гляциофлювиальные и пролювиальные, 3 – прибрежно-морские/литоральные.

ки обладают продолговатой формой. Коэффициент изометричности обломков S показывает степень приближения формы частиц к сфере. Величина S вычисляется как c/a . При $S > 0.7$ – обломки изометричные, при $0.5 < S < 0.7$ изометричные плоские, изометричные эллипсовидные или изометричные продолговатые, при $S < 0.3$ – весьма плоские, весьма эллипсовидные или весьма продолговатые.

В результате многочисленных исследований галек из современных осадков на SF-диаграмме было получено несколько эмпирических полей, которые позволяют расшифровать механизмы, способные контролировать форму гальки в различных обстановках (рис. 3).

Для современных отложений пляжной зоны морского бассейна, согласно работам [34, 36], ха-

рактерны преимущественно гальки плоской, весьма плоской, весьма эллипсовидной или весьма продолговатой формы (рис. 4, график 1). Фигуративные точки таких галек (с коэффициентами формы от 0.65 до 0.75) локализуются в нижней части SF-диаграммы. Связано это с тем, что на кластогенные компоненты в зоне заплеска (область наката) волн действуют прямой и обратный волновые потоки, которые подобно “смычку скрипки” способствуют последовательному перемещению осадков по профилю зоны заплеска – сначала вверх, в сторону берега, а потом вниз, в сторону моря. В результате движения обломков “назад – вперед” происходит стачивание их вдоль одной из базальных плоскостей (чаще всего эта плоскость соответствует направлению с наибольшей способностью к ис-

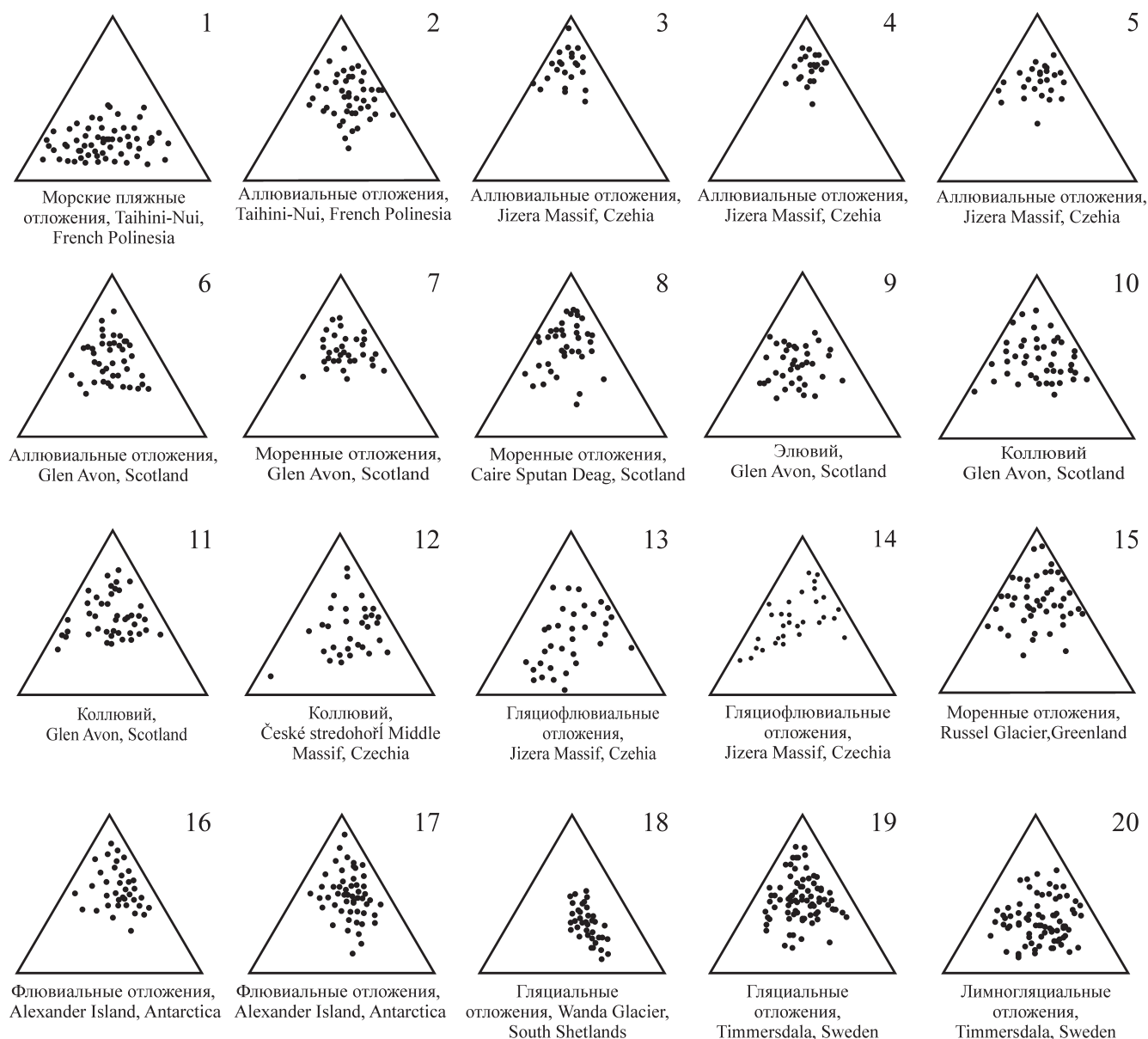


Рис. 4. SF-диаграммы для обломков пород из разных генетических типов современных (голоцен-плейстоцен) отложений.

Графики составлены по материалам: 1–2 – [36]; 3–5, 13, 14 – [50]; 6–11 – [40]; 12 – [56]; 15 – [27]; 16–17 – [44]; 18 – [35]; 19–20 – [55].

тиранию, т.е. оси а). В результате гальки становятся уплощенными. При наложении на указанный процесс также и процесса перемешивания осадка, гальки становятся все более и более плоскими.

Гальки из аллювия, моренных и гляциофлювиальных отложений чаще всего обладают изометричной, изометрично-продолговатой или изометрично-эллипсоидной формами. В основном фигуративные точки коэффициентов формы таких галек концентрируются в верхней части SF-диаграммы (рис. 4, графики 2–8, 13–17). Обогащение потоковых отложений гальками с изометричной формой связано с тем, что динамика процесса трансформации фор-

мы гальки в водном потоке заключается во вращательном движении обломков. Так как вращение галек в водном потоке осуществляется во всех направлениях, то процесс трансформации формы состоит из образования геометрического тела с бесконечным количеством осей симметрии бесконечного порядка или отсутствия центра инверсии. При таком воздействии водный поток может придать гальке только изометричную или близкие к ней формы [19].

Для отложений, которые были образованы за счет процессов физического выветривания (растрескивания), характерны гальки продолговатой и эллипсоидной, реже, изометричной формы (рис. 4,

графики 9–12, 18–20). Очень редко в таких отложениях встречаются плоские обломки. Это связано с тем, что первоначальная форма обломков, которая была образована при растрескивании массивных пород, чаще всего соответствует “кирпичику”, т.е. форме трехосного эллипсоида.

Специальных экспериментальных исследований образования различных типов форм галек из разных по составу пород не проводилось. Согласно немногочисленным литературным данным, существует две модели объясняющие форму обломков пород. В первой предполагается, что форма гальки зависит от вещественного состава и петроструктуры породы и является функцией слоистости, сланцеватости, трещиноватости и кливажа материнской породы. Так, считается, что уплотненные сланцы и тонкослоистые породы являются источником плоских галек, а массивные породы, например граниты и кварциты, поставляют изометричные гальки [23].

Другой точки зрения придерживается ряд зарубежных и отечественных исследователей [22, 58], которые отмечают, что ведущее место при формировании облика гальки несут особенности транспортировки и условия осадконакопления (в основном это касается пород, обладающих изотропной текстурой).

В то же время Л.И. Четвериков [19] считает, что вещественный состав сам по себе на форму галек не влияет, но определяет продолжительность времени формирования конечной формы гальки. Он эмпирически показал, что на форму влияет только показатель анизотропности строения или тип анизотропии прочностных свойств породы. Ось анизотропии, выражающая направление с повышенным сопротивлением к истиранию, совпадает с самой длинной осью гальки, ось анизотропии, отражающая наиболее ослабленные направления к истиранию в строении породы, совпадают с самой короткой и средней осями гальки. Л.И. Четвериковым выделены 4 типа анизотропии гальки – 1) трехосная, 2) с отчетливо выраженной сланцеватостью, 3) двухосная с отчетливо выраженным противоположным расположением осей, 4) с изотропией строения.

Предполагается, что большая часть галек массивных пород (гранитов, габбро, вулканитов, кварцитов), *не имеющих* директивных, сланцеватых или слоистых текстур, обладают трехосной анизотропией либо являются изотропными. Таким образом, идеальная форма обломков массивных пород при воздействии агентов седиментации будет эллипсоидом или сферой. В зависимости от несовершенства структуры, от локальных неоднородностей, идеальная форма гальки может варьировать от продолговатой до эллипсоидальной и изометричной.

Приведенные механизмы образования и основные типы форм галек характерны преимущественно для массивных твердых пород. Для слоистых и сланцеватых пород, таких как некоторые карбона-

ты, аргиллиты, сланцы, гнейсы, указанные выше механизмы могут существенно различаться.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧЕННЫХ КОНГЛОМЕРАТОВ

Куккараукская свита верхнего венда

Верхневендские псефиты изучены в центральной части Башкирского мегантиклинория: по строящейся автотрассе Уфа–Магнитогорск, южнее с. Макарово, по руч. Кук-Караук и по автотрассе Уфа–Белорецк (126 и 117 км).

В обнажении А11-21 наблюдается чередование пластов и линз валунных, мелко- и среднегалечных конгломератов, гравелитов и песчаников. Конгломераты характеризуются довольно дифференцированной гранулометрической структурой. Сгруженность кластики в них неравномерная, сортировка – от умеренной до плохой. Наряду с угловатыми обломками встречаются и довольно хорошо округленные гальки.

Конгломераты имеют олигомиктовый состав, среди галек преобладают кварциты и кварцито-песчаники (80%), реже встречаются обломки молочно-белого разлитованного жильного кварца (10%) и сланцы (10%). Среди кварцитов и кварцито-песчаников можно выделить следующие разности: зеленовато-серые, розовато-белые и белые рассланцованные слюдистые кварциты; мелко- среднезернистые белые пиритизированные и средне- мелкозернистые темно-бордовые гематитизированные кварцито-песчаники; мелкозернистые темно-зеленые с прослоями хлоритового вещества и средне- крупнозернистые белые “икряные” песчаники.

Постседиментационные текстуры гальки и валунов в основном представлены катаглифами – инкорпорационными “кратерами” вдавливания [25]. Скорее всего, они реликтовые, т.к., во-первых, наблюдается плохая сгруженность валунов и галек, что не смогло бы обеспечить контакты внедрения между ними; во-вторых, катаглифы были обнаружены не на всех гальках, а лишь на небольшом их количестве – примерно 5–15% выборки.

Матрикс конгломератов базальный, состоящий из того же материала, что и линзы песчаников. Это преимущественно зерна кварца и кварцитов (70–80%), сланцы и кварц-серицитовые породы (микролиты) – 15–20%. Нередко встречаются обломки жильного кварца со структурами пластической деформации. Структура сочленения компонентов песчаников на отдельных участках конформно-инкорпорационная. Цемент сгустковый, базального и порового типов; серицитовый, серицит-хлоритовый, вдоль трещин и пор развит темно-коричневый глинистый (гетитовый?) цемент. Часто можно наблюдать коррозию зерен кварца и обломков пород цементом гидрослюдистого состава.

В обнажениях вдоль руч. Кук-Караук (А11-22) конгломераты куккараукской свиты также представлены валунно-галечными разностями, в которых ясно различаются косые врезы и линзы псаммо-псефитового материала мощностью до 20–50 см. Сгруппированность обломочного материала неравномерная, сортировка слабая. Наряду с хорошо округленной галькой встречаются в незначительном количестве обломки с остроугольной формой. Состав конгломератов олигомиктовый. Гальки на 80–90% состоят из белых, темно- и зеленовато-серых кварцито-песчаников, полимиктовых и полевошпат-кварцевых песчаников, зеленовато-серых, белых слюдистых и черных рассланцованных кварцитов, встречаются также редкие гальки кислых вулканитов. Матрикс может достигать 20% от общего объема породы. Он представлен бордовыми, светло-коричневыми крупнозернистыми литокластовыми песчаниками и гравелитами с плохой сортировкой. В их каркасе преобладают зерна кварца и обломков кварцитов (80%), встречаются полевые шпаты (до 1–3%), кремнистые и глинистые сланцы, жильный кварц, полевошпатовые песчаники, алевриты, вулканиты с фельзитовой структурой. Количество цемента в псаммитах не превышает 5%; представлен он в основном поровым, гидрослюдисто-серицитовым и глинистым типами.

В районе 126 км автотрассы Уфа–Белорецк (А11-28) конгломераты куккараукской свиты сложены преимущественно гальками размером от 2 до 7 см. Это плотные, массивные породы, залегают в виде пластов. Сгруппированность обломков может быть как умеренной, так и высокой – местами гальки очень плотно прилегают друг к другу. Сортировка весьма разнообразна, но чаще всего встречается умеренная и плохая. Ориентировка галек беспорядочная, расположение их по наибольшей оси может быть как параллельное, так и перпендикулярное границам пластов.

Состав конгломератов данного обнажения сходен с составом конгломератов из окрестностей ручья Кук-Караук – преобладающая часть галек сложена кварцито-песчаниками, кварцитами, глинистыми и хлоритизированными сланцами. Количество обломков вулканитов составляет ~5% от общего числа галек. Матрикс конгломератов представлен светлым, буровато-желтым средне- мелкозернистым песчаником. Микроскопическое изучение шлифов показало, что песчаники состоят преимущественно из кварца (40–60%) и обломков пород (25–40%). Последние, в основном представлены кварцитами, алевритами, кварцевыми и аркозовыми песчаниками, реже микропегматитами, жильным кварцем, а также серицито-хлоритовыми сланцами. Цемент в песчаниках серицитовый и кварц-серицитовый поровый.

В районе 117 км автотрассы Уфа–Белорецк расположено самое северо-восточное из изученных

нами обнажений (А11-30) конгломератов куккараукской свиты. Оно представлено мелко- и средне-галечными литопетрокластическими массивными породами. Мощность конгломератов в данном обнажении составляет 5–8 м. Сгруппированность обломков высокая. Сортировка – от умеренной до довольно хорошей. Окатанность галек, независимо от состава, очень хорошая. Наблюдается упорядоченная ориентировка галечникового материала – длинные оси галек лежат в одной плоскости. Состав галек довольно разнообразный. Так, среди преобладающих (50%) обломков светлых кварцитов, зеленых и бордовых песчаников, встречаются крупные гальки серицитовых сланцев, алевритовых песчаников, серых кремней, молочно-белого жильного кварца и кислых вулканитов, среди которых большую часть составляют щелочные риодациты [25]. Матрикс конгломератов представлен темно-зеленым полимиктовым алевритовым песчаником с редкими мелкими гальками. Сложен он кварцем (30–40%), обломками кислых вулканитов (10–20%), глинистых сланцев, темно-зеленым и бурым биотитом (10%), присутствует незначительное количество (менее 5%) полевых шпатов. Встречаются единичные зерна хлоритизированной роговой обманки. Цемент – базальный железистый (гидроокислы железа), глинистый, слюдистый порового типов.

Поверхность большинства галек из этого обнажения осложнена катаглифами – инкорпорационными “кратерами” [25], пространство между которыми заполняет цемент из кварцевого агрегата. Размер отдельных зерен кварца в этом агрегате составляет 0.5–1 мм, причем нередко гранулы имеют кристаллографические очертания. В небольшом количестве встречаются также гальки со ступенчатыми смещениями поверхности или микронарушениями.

Усмановская свита московского яруса среднего карбона

Конгломераты усмановской свиты исследованы нами на восточном склоне Среднего Урала, вблизи д. Усманово, на р. Багаряк, (обнажение А12-1). Они представлены мономиктовыми известняковыми средне- и крупногалечными, а также валунными разностями. Размеры галек и валунов варьируют от 4–6 до 10–15 см, отдельные валуны достигают 20 см. Сгруппированность обломков неравномерная, участками гальки и валуны плотно прилегают друг к другу. Сортировка от умеренной до плохой. Мощность песчаниковых или глинистых линз среди конгломератов достигает 20–30 см при длине 2–3 м.

Гальки и валуны на 70–80% состоят из пелитоморфных темно-серых и светлых органогенных известняков, как с массивной, так и со слоистой текстурой. Некоторые из них содержат фрагменты кораллитов ругоз и табулят. До 20% галек составляют угловатые и слабо окатанные облом-

ки темно-зеленых и розоватых вулканитов, зелено-бурых кремней и глинистых сланцев. Матрикс конгломератов преимущественно известковый, с переменным содержанием глинистого и песчано-глинистого материала. Содержание его 5–15%, цемент кальцитовый.

Урминская свита артинского яруса нижней перми

Конгломераты исследованы в Предуральском прогибе, по левому берегу р. Усьва, выше устья р. Ломовка, в 2–2.5 км выше пос. Мыс (обнажения А12-3-61 и А12-3-62), где вскрываются преимущественно средне- и крупногалечные с небольшим количеством валунов полимиктовые псефиты. Для них характерна неправильная сложно-линзовидная текстура, выраженная чередованием линз различной формы, состоящих из пород разного гранулометрического состава [9]. В отдельных участках наблюдается градационная сортировка. Сгруппированность обломков в значительной степени варьирует – в отдельных прослоях/линзах она может быть низкой, в других – высокой. Окатанность, независимо от состава, весьма хорошая.

Основная часть галек представлена карбонатами (40–50%) и кварцевыми песчаниками (30–40%), около 20% приходится на долю вулканитов и кремней. В целом, состав конгломератов может несколько варьировать от обнажения к обнажению. Так, в обн. А12-3-61 в составе конгломератов, преобладают кварцевые и полимиктовые песчаники, а также кремни. В обн. А12-3-62 основным компонентом конгломератов являются гальки граноморфных и биоморфных известняков.

Содержание матрикса в конгломератах может составлять от 10–15% до 50%. Он представлен зеленовато-серым неравномернозернистым граувакковым песчаником. Основными его компонентами являются обломки кремней – 40–70% (нередко с включением раковин радиолярий, которые замещены агрегатом халцедона), кварцевых песчаников и кварцитов (15–20%), пелитоморфных карбонатов (10–15%), глинистых сланцев, вулканитов основного и кислого (реже) составов. По данным Г.А. Мизенса [9] обилие остроугольных обломков кремней в матриксе конгломератов связано с тем, что, по сравнению с другими породами, кремни более интенсивно дробились во время транспортировки осадка. Содержание клатогенного кварца размером около 0.25 мм составляет 5–10%; кроме того, можно встретить зерна плагиоклаза, попадаются единичные зерна цирконов и таблички слюды. Цемент в песчаниках преимущественно базального и порового типа равномерного или сгусткового распределения, по составу карбонатный, реже глинисто-карбонатный. Его содержание может составлять до 10–15% объема породы.

Кошелевская свита кунгурского яруса нижней перми

Изученный разрез располагается на правом берегу р. Чусовой, в 2 км ниже д. Попово (разрез А12-3-5), где конгломераты представлены крупно- и среднегалечными полимиктовыми разностями с песчано-карбонатным матриксом, залегающими в толще песчаников в виде линз, пластов и пачек, мощностью до первых десятков метров, часто с эрозионной нижней границей. Сгруппированность обломков неравномерная – от хорошей до плохой (преобладает). Сортировка также весьма разнообразна. Гальки, в целом, имеют хорошо и очень хорошо округленную форму, лишь иногда в основной массе встречаются раздавленные обломки. По составу они представлены кварцитами и кварцито-песчаниками (30%), кремнями (30%), известняками, доломитами, полимиктовыми песчаниками, а также вулканитами основного и кислого состава. Матрикс занимает от 15–20 до 50% объема конгломератов. Распределение его неравномерное, встречаются участки, где матрикса нет и гальки скреплены вторичным молочно-белым тонкозернистым кальцитовым цементом. По составу матрикс полимиктовый; основную часть его составляют зерна кварцитов, кремней, карбонатов и вулканитов, которые часто сильно хлоритизированы или сильно ожелезнены. В небольшом количестве встречаются кварц и плагиоклазы, глинисто-кремнистые сланцы. На большинстве зерен наблюдаются концентрические оболочки из карбоната, которые часто раскристаллизованы. Цемент песчаника поровый и базальный, по составу карбонатный, составляет до 10–15% породы. Многие зерна в песчанике корродированы цементом.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В целом, при анализе морфологии галек важное значение для определения общей тенденции развития галечников, имеют не столько средние показатели (среднее арифметическое, медиана и мода), сколько статистическое распределение значений выборки, которое может быть представлено в виде графиков или гистограмм [13].

Исследование окатанности галек из конгломератов куккараукской свиты венда позволило установить, что наибольшее их количество представлено угловатыми, полуокругленными и округленными типами. Вместе с тем, структуры распределения значений окатанности обломков для каждого обнажения имеют свои особенности. Как видно из приведенных на рис. 5 данных, для галечной фракции конгломератов из обнажений А11-22 и А11-28 область централизации данных приходится на интервалы 0.20–0.40 и 0.40–0.60. В обнажении А11-21 характерно бимодальное распределение значений ока-

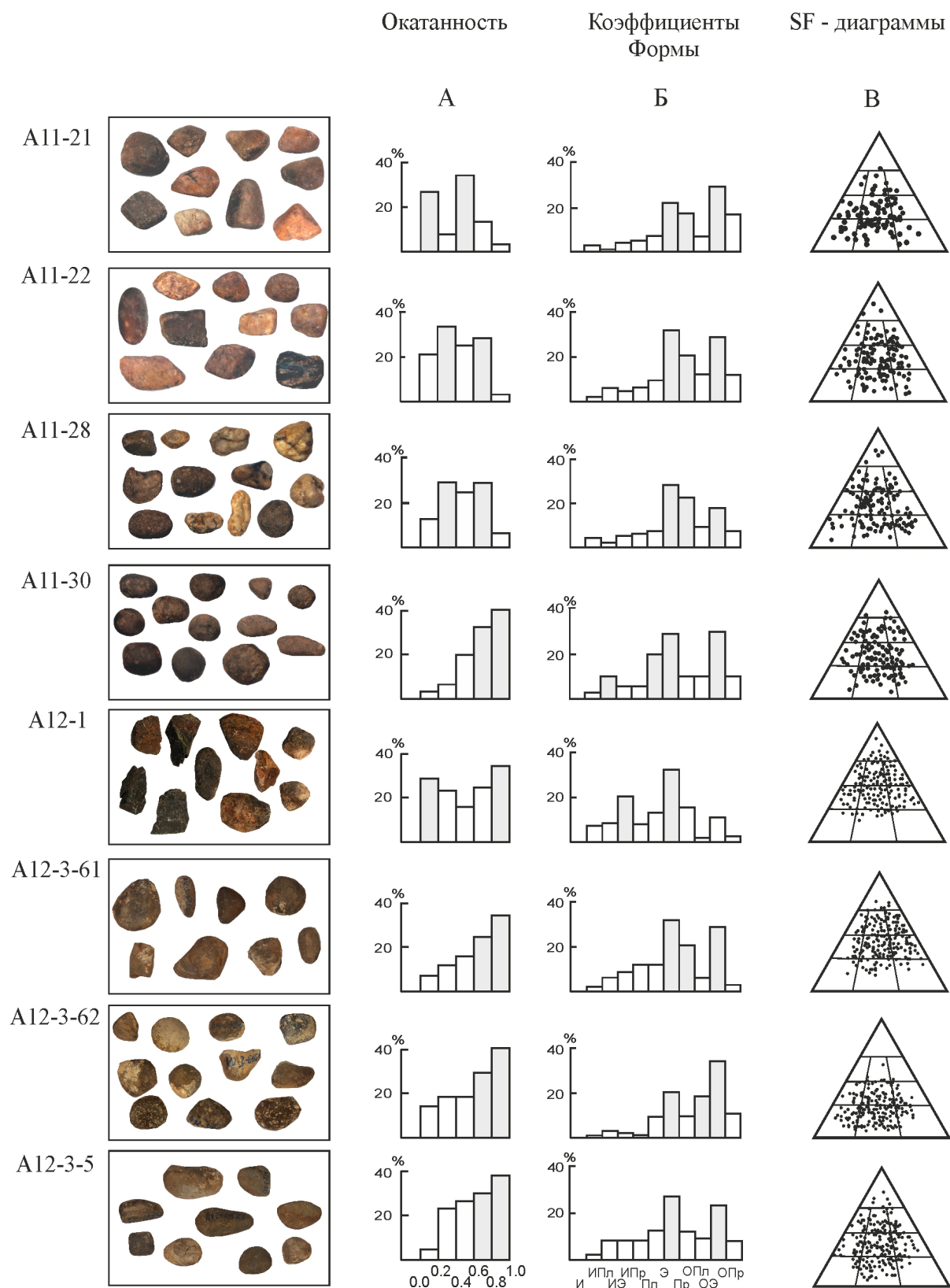


Рис. 5. Распределения значений коэффициентов морфологии галек конгломератов.

И – изометричные, ИПл – изометрично-плоские, ИЭ – изометрично-эллипсовидные, ИПр – изометрично-продолговатые, Пл – плоские, Э – эллипсовидные, Пр – продолговатые, ОПл – очень/весьма плоские, ОЭ – очень/весьма эллипсовидные, ОПр – очень/весьма продолговатые.

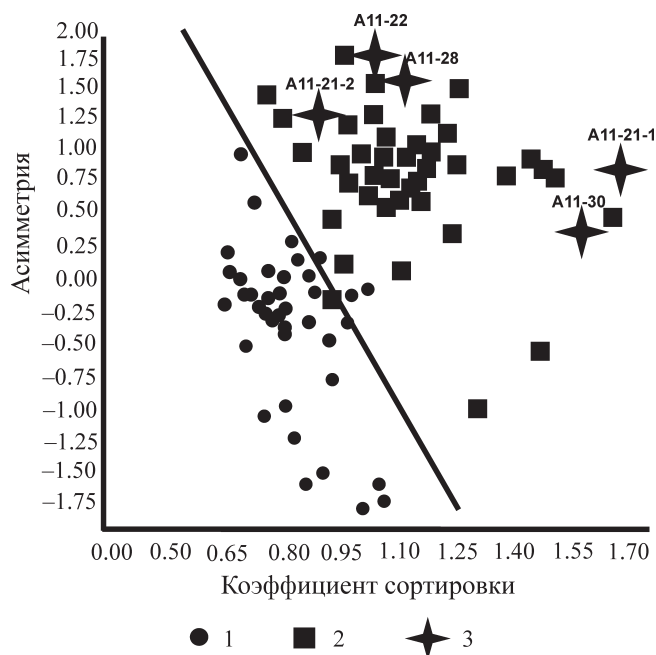


Рис. 6. Гранулометрическая генетическая диаграмма Г. Фридмана [39] для куккараукских конгломератов.

Галечники: 1 – пляжей (морские и озерные), 2 – аллювия, 3 – куккараукских конгломератов.

танности. Таким образом, наряду с полуокатанными обломками в значительном количестве встречаются остроугольные. Для графика окатанности галек из обнажения A11-30 (рис. 5, график A11-30А) фиксируется выраженная правосторонняя асимметрия, которая указывает, что большая часть обломков обладает величинами коэффициента окатанности в интервалах 0.60–0.80 и 0.80–1.00. В среднем, для куккараукской свиты показатели коэффициентов окатанности составляют около 0.40–0.42 (табл. 2). Согласно экспериментальным данным Н.В. Разумихина [13], это может свидетельствовать о том, что дальность переноса обломочного материала не превышала 50–100 км. Полученные результаты практически идентичны значениям коэффициентов окатанности, полученных для куккараукской свиты Ю.Р. Беккером [2]. Он установил, что для конгломератов из обнажений ручья Кук-Караук и района трассы Уфа–Магнитогорск, средние значения коэффициентов окатанности галек размером от 1 до 5 см составляют около 0.40–0.49.

Анализ значений коэффициентов формы галек кварцитов, кварцевых песчаников и жильного кварца куккараукской свиты показал, что приблизительно 20–30% исследованных обломков представлено совокупностью, обладающей значениями коэффициента F от 0.30 до 0.36, что отвечает обломкам весьма эллипсовидной формы. Около 10–15% обломков обладают значениями коэффициента

F , позволяющими отнести их к группе собственно эллипсовидных. В конгломератах практически не представлена группа обломков изометричной формы; популяция галек данного типа составляет ~5%. Высокое содержание в исследованных нами конгломератах обломков весьма эллипсовидной и собственно эллипсовидной формы и небольшое количество изометричных и плоских разностей, согласно данным [34], указывают на сравнительно короткое время воздействия абразии на форму обломочного материала. Исключением является совокупность кварцевых обломков из обнажений по автодороге Уфа–Белорецк. Для них установлено повышенное содержание изометричных и плоских форм (рис. 5, графики A11-28Б и A11-30Б).

Как показано на рис. 5 (графики В) в большинстве случаев для обломков пород из конгломератов куккараукской свиты фигуративные точки тяготеют к центральной и верхней областям SF-треугольников. Сопоставление SF-диаграмм, построенных для галечников современных обстановок седиментации и исследованных нами конгломератов, показало, что фигуративные точки коэффициентов формы галек последних соответствуют полю аллювиальных осадков. Исключением являются конгломераты куккараукской свиты из разрезов на строящейся автодороге Уфа–Магнитогорск и по руч. Кук-Караук, где фигуративные точки галек на SF-диаграммах занимают поле гляциофлювиальных осадков. Эти результаты близки к выводам Ю.Р. Беккера [2], который, по данным о текстурно-структурных особенностях конгломератов и морфометрических характеристиках слагающих их галек и валунов, установил, что на руч. Кук-Караук, и в окрестностях дд. Кулмас и Габдюково в разрезах куккараукской свиты преобладают пролювиально-аллювиальные образования, сформированные за счет действия временных потоков во время таяния ледников. В то же время Л.Д. Ожиганова и М.Л. Ключина [11], на основе исследования литологических особенностей и сортировки галек в конгломератах, предположили, что конгломераты из тех же разрезов являются прибрежно-морскими образованиями.

Для верификации тех или иных представлений, мы дополнительно исследовали гранулометрические особенности конгломератов с помощью генетической диаграммы Г. Фридмана [39]. Для этой цели на ряде обнажений (руч. Кук-Караук, строящаяся дорога Уфа–Магнитогорск и автодорога Уфа–Белорецк) были дополнительно замерены большие оси у случайно выбранной гальки в количестве 200 штук. В целом, полученные величины соотношения значений асимметрии и коэффициентов сортировки гранулометрического состава галек из конгломератов занимают область аллювиальных отложений (рис. 6).

Исследование элементов микроморфологии кластогенного кварца из псаммитового матрикса конгломератов куккараукской свиты показало, что в

основном они представлены округленными зернами, как с глубоко расчлененным шагреневым рельефом, так и с гладкой поверхностью. Кроме того, изредка видны раковистые сколы и сеть крупных борозд, прямые и закругленные ступени, чешуйчатые и изломанные блоки [26]. Данный набор механических элементов на поверхностях зерен кварца согласно данным [43, 49], указывает на флювиальные агенты переноса зерен кварца.

Здесь необходимо отметить, что упомянутые зерна кварца обладают высокими (более 0.6) значениями сферичности и окатанности [24]. Это, однако, связано не с длительным переносом и истиранием этих зерен, а с рециклированной природой кварца. Источником сноса при формировании куккараукских конгломератов, очевидно, служили терригенные образования (хотя и метаморфизованные), так как гальки представлены в основном кварцитами и кварцевыми песчаниками. Отсюда и в матриксе конгломератов будет преобладать литогенный, т.е. переотложенный кварц, получивший свою форму за счет воздействия агентов предыдущих стадий транспортировки и осадконакопления.

Суммируя все приведенные выше данные, можно сделать вывод о том, что куккараукские конгломераты относятся к образованиям аллювиальной и гляциофлювиальной природы. Согласно [3], чаще всего такая комбинация типов отложений свойственна пролювиальным шлейфам горных областей. Различия в распределении по классам форм обломков конгломератов куккараукской свиты свидетельствует, возможно, в пользу того, что мы имеем дело лишь с разными частями крупного конуса выноса в пределах единого литологического комплекса. Таким образом, наши выводы, которые основаны на количественном анализе формы обломков подтверждают представления Ю.Р. Беккера [2].

Анализ распределения значений коэффициента окатанности галек конгломератов усмановской свиты московского яруса (рис. 5, график A12-1A) показал, что для них характерны как угловатые (кремни и вулканиты), так и хорошо округленные (карбонаты) обломки. Средние значения окатанности кремней составляют около 0.10–0.30 (табл. 2), что соответствует очень небольшому (50–70 км) удалению галек от источников сноса. Ранее к такому же выводу пришел Б.И. Чувашов [20] который предполагал, что источником сноса для этих конгломератов являлись местные, залегающие в непосредственной близости карбонаты и вулканиты.

Исследование формы обломков усмановских конгломератов (рис. 5, график A12-1Б) показало, что наибольшее количество галек обладают эллипсовидным (около 24%) и изометрично-эллипсовидным (16%) обликом. На морфотипы обломков с продолговатой и плоской формами приходится 13 и 12%, соответственно. Средние значения коэффициента F составляют около 0.44, коэффициента S –

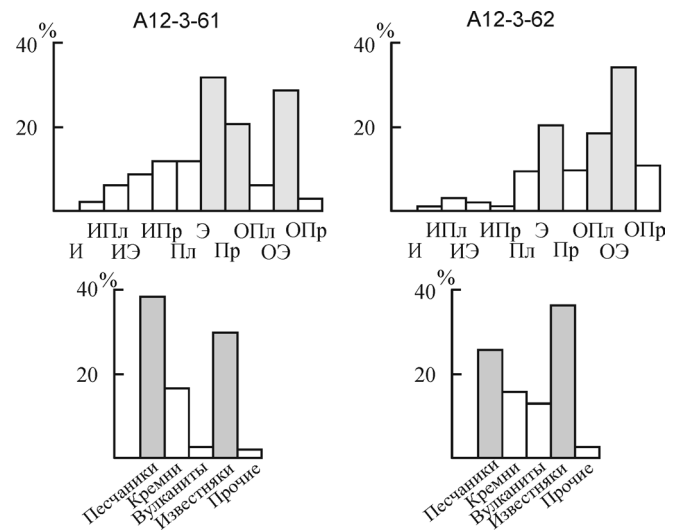


Рис. 7. Сопоставление состава галек с распределениями значений коэффициентов формы (артинские конгломераты с р. Усьва)

Принятые сокращения см. рис. 5.

около 0.35 (табл. 2). Высокая доля обломков массивных карбонатов, кремней и вулканитов с изометричной формой и локализация фигуративных точек на SF-диаграммах, практически полностью попадающих в поле аллювиальных осадков, связано с поточковыми условиями формирования осадка. Это подтверждается данными ряда других авторов [1, 10], которые на основании текстурно-структурных признаков установили, что рассматриваемые конгломераты являются отложениями пролювиальных конусов выноса. В целом, наши данные существенно дополняют результаты, полученные ранее на основе анализа текстурно-структурных особенностей отложений.

Значения коэффициентов окатанности для галек конгломератов артинского яруса Предуральяского прогиба составляют в среднем 0.54 (табл. 2). Графики распределения коэффициентов окатанности по двум пробам практически идентичны и показывают, что в выборке наиболее часто встречаются обломки (кремней, карбонатов, кварцевых и полимиктовых песчаников) окатанной и хорошо окатанной формы (рис. 5, графики A12-3-61A и A12-3-62A). В тоже время, зафиксировано существенное различие в распределении значений коэффициентов формы в этих пробах. Так, установлено (рис. 7), что для конгломератов из первого разреза характерно преобладание весьма эллипсовидных (31%), эллипсовидных (17%) и весьма плоских (15%) обломков пород, много также обломков изометричной формы (до 10%). Для второго разреза (рис. 7) было зафиксировано большое количество обломков с весьма плоской (более 30%) и продолговатой (15%) формами. По сравнению с предыдущим раз-

резом, заметно снижается содержание обломков с эллипсовидным обликом ($\approx 20\%$). Значения коэффициентов F и S **тоже достаточно сильно варьируют**. Для первого разреза они составляют 0.50 и 0.42, для второго – 0.19 и 0.29 соответственно (табл. 2). Анализ распределения фигуративных точек коэффициентов формы показал, что для первого разреза они концентрируются в поле аллювиальных осадков (рис. 5, график A12-3-61B), а во втором случае в области прибрежно-морских (рис. 5, график A12-3-62B). В целом, различия в коэффициентах формы галек практически рядом залегающих толщ конгломератов достаточно существенны.

Расхождение в морфотипах обломков из разрезов A12-3-61 и A12-3-62 возможно объясняется тем, что турбидитные отложения формируются очень быстро, за счет обрушения больших масс осадков разного генезиса вниз по склону [7], и форма обломков, скорее всего, наследуется от предыдущих условий седиментации, т.к. в кратчайшие сроки формирования гравитационных потоков истирания кластики просто не происходит. Таким образом, гальки конгломератов из двух разрезов могут иметь разный генезис: в первом случае вниз по склону увлекались осадки аллювиального (аллювиально-дельтового) генезиса, а во втором – гальки, претерпевшие воздействие среды прибрежно-морских обстановок. Кроме того, конгломераты того и другого разрезов немного различаются по составу. В первом случае (обн. A12-3-61) преобладают песчаники. Именно они, на наш взгляд, дают высокие содержания галек с эллипсовидной и изометричной формами. В свою очередь, такая форма обломков приобретает при длительной транспортировке в речном потоке [34]. В обн. A12-3-62 основным компонентом конгломератов являются известняки, которые могут иметь слоистую текстуру и именно с их преобладанием мы связываем увеличение доли весьма плоских и весьма эллипсовидных морфотипов.

Гальки вулканитов и кварцитов из аллювиально-дельтовых отложений (Г.А. Мизенс, устное сообщение) кошелевской свиты кунгурского яруса в большинстве случаев представлены окатанными и хорошо окатанными типами (рис. 5, график A12-3-5A). Средние значения коэффициента окатанности у них составляет около 0.48. Для обломков разных пород характерны эллипсовидная (28%), весьма плоская (19%) и продолговатая (11%) формы. Содержание изометричных галек составляет $\sim 10\%$ (рис. 5, график A12-3-5B). Средние значения коэффициентов F и S **составляют, соответственно, ~ 0.49 и ~ 0.37** . Фигуративные точки на SF-диаграмме сконцентрированы в основном в поле аллювиальных осадков; некоторая часть их приходится и на область прибрежно-морских отложений (рис. 5, график A12-3-5B). Возможно, это связано с тем, что гальки аллювиально-дельтовых отложений

в большинстве случаев сохраняют унаследованную от аллювия форму обломков, но при этом, попадая в литоральную зону, начинают изменяться от изометричных к плоским. Таким образом, унаследованная форма обломков от аллювиальных условий постепенно видоизменяется, что и отражено на распределении значений коэффициентов формы.

В целом, анализ положения фигуративных точек конгломератов различного возраста, но сходного (аллювий и пролювий) генезиса на SF-диаграммах показал, что по форме обломков массивных пород они весьма похожи, в то время как значения коэффициентов окатанности могут различаться.

Для того, чтобы определить, есть ли зависимость между коэффициентами окатанности и формы нами использован метод корреляционно-регрессионного анализа, который позволяет выявить меру математической (но не причинно-следственной!) связи между переменными. Кроме того, были рассчитаны значения ковариации, фиксирующие степень линейной зависимости двух случайных величин. Как показали расчеты, значения между переменными коэффициентов окатанности и формы – коэффициенты ковариации – составляют в среднем 0.0002, а коэффициенты корреляции – около 0.0009. Таким образом, достаточно низкие значения ковариации и корреляции фиксируют отсутствие линейной зависимости между коэффициентами формы и окатанности.

Для того чтобы при уровне значимости $p \leq 0.005$ проверить гипотезу о равенстве нулю ($H_0 = 0$) генерального коэффициента корреляции нормальной двумерной случайной величины при альтернативной гипотезе $H_1 \neq 0$, необходимо вычислить наблюдаемое значение t – критерия Стьюдента. В целом, расчеты показали, что для коэффициента корреляции отношения окатанности и показателя F **критерий $t_{\text{набл}} = 7.530 > t_{\text{крит}} = 2.306$** , отсюда мы принимаем, альтернативную гипотезу, т.е. коэффициент корреляции не равен нулю. Для значений корреляции между коэффициентами окатанности и изометричности S **критерий t -Стьюдента будет следующий: $t_{\text{набл}} = 5.650 > t_{\text{крит}} = 2.306$** , в данном случае также будет отвергнута нулевая гипотеза. Таким образом, полученные значения корреляции для отношений между коэффициентами окатанности и формы являются достоверными.

Применение регрессионного анализа для установления зависимости позволяет перейти к наглядному изображению формы связи между изучаемыми показателями. Для этого в прямоугольной системе координат были построены графики (рис. 8), по оси ординат которого было отложено индивидуальные значения результативного признака Y или коэффициентов формы, а по оси абсцисс – индивидуальные значения факторного признака X (окатанность). Регрессионный анализ показал, что, во-первых, тенденция распределения точек корреля-

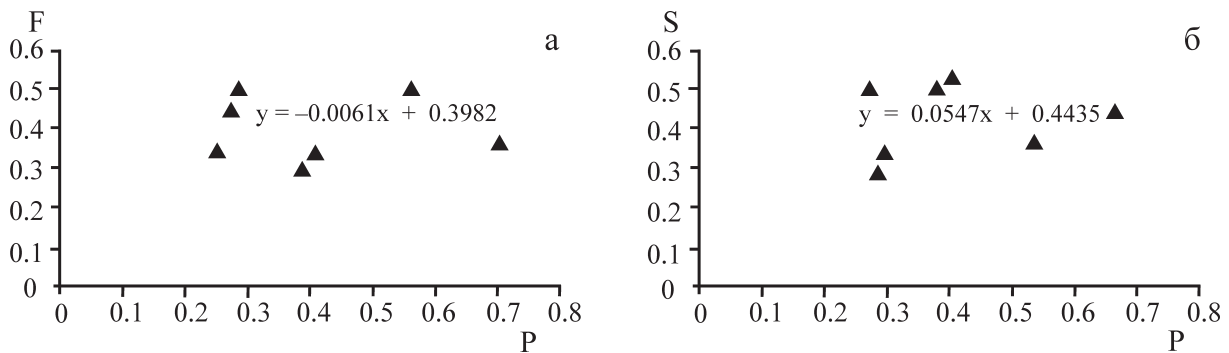


Рис. 8. Поля корреляции коэффициентов окатанности и формы

а – соотношение коэффициентов окатанности и формы F, б – соотношение коэффициентов окатанности и формы S.

ции практически совпадает как в первом, так и во втором случае. Во-вторых, отсутствуют тренды, которые фиксировал бы взаимосвязь коэффициентов.

С помощью ковариантного анализа [27] также были получены результаты, которые свидетельствуют об отсутствии или очень незначительной связи коэффициентов окатанности и формы гальки из разных типов отложений.

Предполагаем, что причина отсутствия взаимосвязи между коэффициентами морфологии, может заключаться в том, что окатанность, прежде всего, является функцией процессов истирания острых краев и выступов обломка. Таким образом, степень окатанности определяет сопротивление состава обломка породы факторам динамики (скорости потока, времени абразии) агентов среды. Коэффициенты формы являются функцией взаимоотношения между вектором силы воздействия агентов среды и внутренних особенностей строения/степени анизотропии гальки. Таким образом, значение параметров окатанности и формы отвечают за разные сигналы агентов участвующих в формировании осадка, что и отражено в отсутствии связи между ними.

ВЫВОДЫ

Гальки массивных пород из древних отложений, которые могут быть идентифицированы как потоковые (за исключением турбидитов), в основном характеризуются сходным с современным аллювием и пролювием распределением значений коэффициентов формы. Таким образом, наряду с текстурно-структурными признаками строения терригенных толщ, коэффициенты формы можно использовать для верификации при реконструкции генезиса флювиальных отложений разного геологического возраста.

Для идентификации турбидитов применение коэффициентов формы не оправдано, так как в основном гальки из этого генетического типа отложений обладают формой, которую они получи-

ли в прибрежно-морских или аллювиальных обстановках.

Анализ взаимоотношений между показателями окатанности и коэффициентами формы показал, что связь между этими критериями морфологии отсутствует, т.е. при исследованиях, относящихся к реконструкциям обстановок седиментации не корректно заменять или использовать только один из коэффициентов морфологии, так как каждый из них отвечает за идентификацию отдельного параметра среды.

Автор выражает благодарность за помощь при работе над материалом доктору геол.-мин. наук Г.А. Мизенсу.

Исследования выполнены в рамках Интеграционного проекта УрО, СО и ДВО РАН “Субдукционные и орогенные осадочные бассейны Северной Евразии: индикаторные литологические и изотопно-геохимические характеристики, минерагения” № 12-С-5-1014 и при финансовой поддержке грантов РФФИ № 12-05-00497 и № 12-05-31-361 мол. а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бежаев М.М. Флишевая формация восточного склона Урала. Свердловск: Ср-Ур. кн. изд-во, 1978. 207 с.
2. Беккер Ю.Р. Позднедокембрийская моласса Южного Урала. Л.: Недра, 1968. 160 с.
3. Булл У. Выявление в стратиграфическом разрезе отложений пролювиальных конусов выноса // Условия древнего осадконакопления и их распознавание. М.: Мир, 1974. С. 87–110.
4. Вассоевич Н.Б. К методике изучения конгломератов // Литология кайнозойских моласс Средней Азии. Ташкент: Узб. отд-ние АН СССР, 1956. С. 268–309.
5. Кухаренко А.А. Количественный анализ формы галек из древнего аллювия р. Койвы // Советская геология. 1947. № 18. С. 146–155.
6. Кухаренко А.А. Литология и условия формирования ашинской серии западного склона Среднего Урала // Учен. зап. ЛГУ. 1962. № 310. С. 245–274.

7. *Лидер М.Р.* Седиментология. М.: Мир, 1986. 439 с.
8. *Мизенс Г.А.* Конгломераты карбона и нижней перми Предуральяского прогиба. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 58 с.
9. *Мизенс Г.А.* Верхнепалеозойский флиш западного Урала. Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 1997. 229 с.
10. *Мизенс Г.А., Степанова Т.И., Кучева Н.А.* Восточные зоны Среднего Урала в карбоне (эволюция бассейнов осадконакопления и особенности палеотектоники) // Литосфера. 2012. № 4. С. 107–126.
11. *Ожиганова Л.Д., Ключина М.Л.* Конгломераты ашинской серии Южного Урала // Конгломераты и их роль в познании геологической истории Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976. С. 32–37.
12. *Преображенский И.А.* О формах зерен // Тр. ГИН АН СССР. Петрографич. сер. 1940. Вып. 21, № 7. С. 1–21.
13. *Разумихин Н.В.* Экспериментальные исследования эволюции окатанности обломков горных пород. Л.: ЛГУ, 1965. 66 с.
14. *Рухин Л.Б.* Основы литологии. Л.: Недра, 1969. 703 с.
15. *Саркисян С.Г., Климова Л.Т.* Ориентировка галек и методы их изучения для палеогеографических построений. М.: АН СССР, 1955. 166 с.
16. *Справочник по литологии.* М.: Недра, 1984. 509 с.
17. *Хабаков А.В.* Краткая инструкция для полевого исследования конгломератов. Л.-М.: Госгеологоразведиздат, 1933. 14 с.
18. *Хабаков А.В.* Об индексах окатанности галечников // Советская геология. 1946. № 10. С. 17–32.
19. *Четвериков Л.И.* Геокинематика гальки // Вестник Воронежского ун-та. Сер. геол. 2002. № 1. С. 79–84.
20. *Чувашов Б.И., Иванова Р.М., Колчина А.Н.* Верхний палеозой бассейна р. Синяры // Опорные разрезы карбона Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. С. 95–114.
21. *Чумаков А.А.* Изучение древних ледниковых отложений. М.: ГИН, 1990. 92 с.
22. *Шафрановский И.И.* Симметрия в природе. Л.: Недра, 1968. 184 с.
23. *Швецов М.С.* Петрография осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1934. 416 с.
24. *Ялышева А.И.* Типоморфизм кластогенного кварца из докембрийских отложений Южного и Среднего Урала // Литосфера. 2010. № 1. С. 64–83.
25. *Ялышева А.И.* Петрографические особенности отложений куккараукской свиты ашинской серии венда (Южный Урал) // Ежегодник-2011, Тр. Ин-та геол. им. акад. А.Н. Заварицкого. Вып. 159. 2012. С. 144–148.
26. *Ялышева А.И.* Особенности микроморфологии поверхностей кластогенного кварца из рифейских и вендских песчаников Башкирского мегантиклинория // Научн. чтения памяти П.Н. Чирвинского: материалы конф. Пермь: ПГУ, 2013. С. 190–196.
27. *Adam W.G., Knight P.G.* Identification of basal layer debris in ice-marginal moraines, Russell Glacier, West Greenland // Quaternary Science Reviews. 2003. V. 22, № 14. P. 1407–1414.
28. *Beat M.A., Shepard F.P.* A use of roundness to determine depositional environments // J. Sediment. Petrol. 1956. № 26. P. 49–60.
29. *Benn D.I.* Clast morphology // A practical guide to the study of glacial sediments / Eds. D.J.A. Evans, D.I. Benn. London: Arnold, 2004. P. 78–92.
30. *Benn D.I., Ballantyne C.K.* The description and representation of particle shape // Earth Surface Processes and Landforms. 1993. № 18. P. 665–672.
31. *Blott S.J., Pye K.* Particle shape: a review and new methods of characterization and classification // Sedimentology. 2008. V. 55. P. 31–63.
32. *Brewer R.* Fabric and mineral analysis of soils. Wiley, Chichester, 1964. 470 p.
33. *Bunte K., Abt S.R.* Sampling surface and subsurface particle-size distributions in Wadable gravel and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-74. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2001. 428 p.
34. *Cheel R.J.* Introduction to clastic sedimentology. Department of Earth Sciences, Brock University St. Catharines, Ontario, Canada, 2005. URL: <http://www.brocku.ca/sedimentology>. Дата обращения – июль, 2013 г.
35. *Da Rosa K.K., Vieira R. et al.* Glacial landforms and glaciological processes of the temperate Wanda Glacier, South Shetlands // Investig. Geogr. Santiago, Chile, 2011. № 43. P. 3–16.
36. *Dobkins J.E., Folk R.I.* Shape development on Tahiti-Nui // J. Sediment. Petrol. 1970. V. 40, № 4. P. 1167–1203.
37. *Fisher P.F., Bridgland D.R.* Analysis of pebble morphology // Clast Lithological Analysis / Ed. D.R. Bridgland. Cambridge: Quaternary Research Association, 1986. P. 43–72.
38. *Folk R.L.* Petrology of sedimentary rocks. Austin, Texas: Hemphill Publishing Company, 1980. 190 p.
39. *Friedman G.M.* Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics // J. Sediment. Petrol. 1961. № 31. P. 514–529.
40. *Graham D.J., Midgley N.G.* Graphical representation of particle shape using triangular diagrams – An Excel spreadsheet method // Earth Surface Processes and Landforms. 2000. V. 25. P. 1473–1477.
41. *Graham D.J., Midgley N.G.* An Excel spreadsheet for the preparation of triangular (ternary) diagrams for particle shape and tri-variate data. 2006. URL: <http://www.davidgraham.org.uk>. Дата обращения – июнь 2013.
42. *Griffiths J.C., Currey J.R.* Sphericity and roundness of quartz grains // Geol. Soc. Amer. Bull. 1955. V. 66. P. 1075–1096.
43. *Higgs R.* Quartz-grain surface features of Mesozoic-Cenozoic sands from the Labrador and western Greenland continental margins // J. Sediment. Petrol. 1979. № 49. P. 599–610.
44. *Horne R.R.* Morphology, petrology and provenance of pebbles from lower cretaceous conglomerates of south-eastern Alexander Island // British Antarctic Survey Bull. 1969. № 21. P. 51–60.
45. *Illenberger W.K.* Pebble shape (and size!) // J. Sediment. Petrol. 1991. V. 61. P. 756–767.
46. *Kasper-Zubillaga J., Dickinson W.W., Caranza-Edwards A. et al.* Petrography of quartz grains in beach and dune sands of Northland, North Island, New Zealand // J. Geol. Geophys. 2005. № 48 (4). P. 649–660.
47. *Krinsley D.H., Donahue J.* Environmental interpretation of sand grain surface textures by electron microscopy // Geol. Soc. Amer. Bull. 1968. № 79. P. 743–748.

48. *Krumbein W.C.* Measurement and geological significance of shape and roundness of sedimentary particles // *J. Sediment. Petrol.* V. 11, № 2. 1941. P. 64–72.
49. *Margolis S.V., Krinsley D.H.* Processes of formation and environmental occurrence of microfeatures on detrital quartz grains // *Amer. J. Sci.* 1974. № 274. P. 449–464.
50. *Nývlt D., Hoare P.G.* Petrology, provenance and shape of clasts in the glaciofluvial sediments of the Mníšek member, northern Bohemia // *Czechia. Sbor. geol. Věd. Antropozoikum*, 2011. № 27. P. 5–22.
51. *Oakey R.J., Green M., Garling P. et al.* Grain-shape analysis – a new method for determining representative particle shapes for populations of natural grains // *J. Sediment. Researches*. 2005. V. 75. P. 1065–1073.
52. *Odumodu C.F.R., Ephraim B.E.* Pebble morphometry as an indicator of the depositional environment of the Ajali sandstone // *Natural Applied Sciences J.* 2008. № 8 (2). P. 132–143.
53. *Powers M.C.* A new roundness scale for sedimentary particles // *J. Sediment. Petrol.* 1953. № 23. P. 117–119.
54. *Pye K.* Sediment transport and depositional processes. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994. 397 p.
55. *Rajala E.P.* En sedimentologisk analys av Timmersdalaryggen i Västergötland, Sverige. Bachelor of science thesis. Göteborg University, 2012. 28 p.
56. *Raška P.* Types and character of geomorphic processes on a central european low-altitude screen slope (NW Czechia) and their environmental interpretation // *Moravian geographical reports*. 2010. V. 18. P. 11–19.
57. *Russell R.D., Taylor R.E.* Roundness and shape of Mississippi River sands // *J. Geol.* 1937. V. 45. P. 225–267.
58. *Sneed E.D., Folk R.L.* Pebbles in the lower Colorado River, Texas, a study of particle morphogenesis // *J. Geol.* 1958. V. 66. P. 114–150.
59. *Szabó T., Domokos G.* A new classification system for pebble and crystal shapes based on static equilibrium points // *Central European Geology*. 2010. V. 53/1. P. 1–19.
60. *Wadell H.* Volume, shape, and roundness of rock particles // *J. Geol.* 1932. № 40. P. 443–451.
61. *Wentworth C.K.* Field study of the shapes of river pebbles // *U.S. Geol. Surv. Bull.* 1921. V. 32, № 1. P. 89–90.
62. *Wentworth C.K.* Chink-faceted pebbles: fluvial versus marine // *J. Geol.* 1943. V. 51, № 5. P. 353–358.
63. *Zingg T.* Beitrag zur schotteranalyse. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 1935. № 15. P. 39–140.

Рецензент О.Б. Наумова

New data on the morphology of the rock fragments from conglomerates of the Upper Precambrian and the Upper Paleozoic Middle and Southern Urals

A. I. Yalysheva

Institute of geology and geochemistry, Urals Branch of RAS

The investigation of the pebble morphology of ancient terrigenous sediments is important tool in paleogeographic and lithofacies constructions. Owing to use of numerical values of roundness and form factors (F and S), as well as genetic SF-diagrams the new data on morphology debris from conglomerates of the Upper Precambrian (the Late Vendian) and the Upper Paleozoic from Middle and Southern Urals were obtained. According to textural feature the studied deposits were recognized earlier as fluvial formations. The results of researches revealed that detritus of compact rocks (quartzites, volcanites, granites, sandstones) possess on very similar morphology pebbles with modern alluvium and proluvium. They have very close values of form factors. Though, the values of roundness for approximate genetic types of deposits can differ considerably. For recognition of turbidite formations application of form factors and roundness is not correct, because basically pebbles have an inherited form, which have received from the conversion of coastal-marine or alluvial environments. When analyzing the correlation between roundness and form factors of debris found no association between these coefficients. Each of criteria of morphology pebbles carried its genetic sense, therefore, in reconstruction of sedimentation environments it is not correct to replace or to use only one of the factors. In general, it is worth noting that the use of the database values of the coefficients morphology of modern deposits of different genetic types to identify the genesis conditions of sedimentation of ancient sedimentary complexes has an important value of the verification.

Key words: *debris, roundness, form factors, genetic types of deposits, Upper Precambrian, Upper Paleozoic, Urals*