

АССОЦИАЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ КЛАСТОГЕННОГО КВАРЦА В ДОКЕМБРИЙСКИХ ПСАММИТАХ ОБЛАСТИ СОЧЛЕНЕНИЯ УРАЛА И ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

А. И. Ялышева

Ассоциации генетических типов кварца в терригенных породах области сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы, в отличие от ассоциаций акцессорных минералов, изучались немногими исследователями, среди которых в первую очередь стоит отметить работы Н.А. Михайловой [8], Ф.А. Курбацкой [5], Л.В. Анфимова [2], А. Виллнера и др. [16]. Однако, до настоящего времени, остается открытым вопрос о соотношениях различных генетических типов кварца в псаммитах рифея и венда этого обширного пространства.

Для решения данной задачи, была привлечена генетическая классификация И.М. Симановича, которая базируется на исследовании оптически определимых структурных дефектов кристаллической решетки минерала. С помощью подсчета встречающихся в зернах кварца различных дефектов появляется возможность его соотнесения с кварцем потенциальных материнских кристаллических пород [9, 10].

Материалом для исследований послужили образцы мелко-, средне- и крупнозернистых песчаников и матрикса конгломератов из отложений верхнего докембрия¹:

- айской, большеинзерской, бакальской и юшинской свит бурзянской серии, машакской и зигальгинской свит юрматинской серии, зильмердакской свиты каратауской серии рифея, а также урюкской, басинской и куккараукской свит ашинской серии венда стратотипического разреза Башкирского мегантиклинория (западный склон Южного Урала);

- прикамской свиты кырпинской серии, тукаевской свиты серафимовской серии и леонидовской свиты абдулинской серии рифея Камско-Бельского авлакогена (Волго-Уральская область Восточно-Европейской платформы);

- байкибашевской свиты каировской серии верхнего венда Шкаповско-Шиханской впадины (Волго-Уральская область Восточно-Европейской платформы);

- керносской, старопечнинской, чернокаменской, усть-сылвицкой свит серебрянской и сылвицкой серий венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория (западный склон Среднего Урала).

Генетические типы кварца в песчаниках рифея и венда были идентифицированы по следующим ви-

дам оптически определимых структурных дефектов: деформации кристаллической решетки (ДКР), включения минералообразующей среды (ВМС) и включения минералов (ВМ). Фиксировался также оптически чистый кварц (ОЧ). Кроме того рассмотрены комбинированные разновидности зерен кварца по типам: ВМС+ВМ, ВМС+ДКР, ВМ+ДКР, ВМ+ВМС+ДКР. Из псаммитов каждого стратиграфического подразделения было отобрано от 100 до 300 зерен кварца и произведен подсчет процентного соотношения встречающихся в них типов дефектов кристаллической решетки. Типы зерен кварца с дефектами, доля которых была меньше 5% (единичные зерна), в исследованной выборке не учитывались.

В отложениях рифея и венда Башкирского мегантиклинория по количественному соотношению зерен кварца с дефектами кристаллической структуры выделяется несколько ассоциаций (табл. 1). Самая распространенная из них встречается в псаммитах большеинзерской, бакальской, зигальгинской и зильмердакской свиты рифея, а также басинской и куккараукской свит венда. Для нее характерно преобладание кварца с деформациями кристаллической решетки и включениями минералообразующей среды. В этой ассоциации также можно встретить небольшое количество зерен с минеральными включениями (менее 10% выборки зерен). Вторую ассоциацию, в основном представленную в отложениях юшинской и машакской свит, составляют зерна с включениями минералообразующей среды, содержание которых в исследованной выборке может достигать 50–60% объема. Однако следует отметить, что кварц кварцито-песчаников и кварцитов машакской свиты был подвержен интенсивной трансформации за счет процессов позднего катагенеза – метагенеза, и поэтому идентификация первичных генетических типов зерен не всегда могла быть осуществима. Третья ассоциация была обнаружена только в псаммитах айской свиты нижнего рифея и урюкской свиты верхнего венда. Она характеризуется значительным обогащением кварца включениями минералов, среди которых, чаще всего встречаются иголки рутила, образующих или сагенитовую решетку в зернах или представленных отдельными индивидами, а также призмочки турмалина, кристаллы апатита и циркона. С учетом данных Н.А. Михайловой [8] можно сделать вывод, что присутствующий в составе указанных свит кварц с

¹ Стратиграфические подразделения рифея и венда приведены в соответствии с региональными стратиграфическими схемами районов исследования [1, 6, 7, 11–13].

Таблица 1. Ассоциации типов кварца докембрийских кристаллических и осадочных пород области сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы

Стратиграфические подразделения (свиты)	Типы оптических дефектов кварца в зависимости от количества зерен с дефектами			
	≤50%	≤25%	≤15%	≤5%
<i>Венд Кваркуиско-Каменногорского мегантиклинория</i>				
Усть-Сылвицкая	ДКР	ВМС	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ
Чернокаменная	ВМС+ДКР	ВМС	ВМ+ДКР	ВМ
Старопечнинская	ОЧ	ДКР	ВМ и ВМС	ВМС+ДКР
Керноская	ДКР	ОЧ	ВМС+ДКР	ВМС
<i>Рифей и венд Камско-Бельского авлакогена и Шкаповско-Шиханской впадины</i>				
Байкибашевская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ВМ
Леонидовская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ВМ
Тукаевская	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ
Прикамская	ДКР	ВМС	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ+ДКР
<i>Рифей и венд Башкирского мегантиклинория</i>				
Куккараукская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ДКР
Басинская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ВМ+ДКР
Урюкская	ВМС+ВМ	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ДКР	ВМС
Зильмердакская	ВМС+ДКР	ВМС	ДКР	ВМС+ВМ+ДКР
Зигальгинская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ДКР
Машакская	ВМС	ДКР	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ
Юшинская	ВМС	ВМС+ДКР	ВМ+ДКР	ВМС+ВМ+ДКР
Бакальская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ	ВМС+ВМ+ДКР
Большеинзерская	ВМС+ДКР	ВМС	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ВМ
Айская	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ+ДКР	ВМ+ДКР	ВМ
<i>Архейско-протерозойские породы Южного Урала и приуральской части Восточно-Европейской платформы</i>				
Кварциты тараташского комплекса	ВМ+ДКР	ДКР	ВМС+ДКР	ВМС
Гнейсы тараташского комплекса	ВМС+ВМ	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС+ДКР	ВМ+ДКР
Гнейсы фундамента платформы	ВМС+ДКР	ВМС+ВМ	ВМС+ВМ+ДКР	ВМС

Примечание. Расшифровка аббревиатуры оптических дефектов кварца приведена в тексте.

включениями минералов мог поступать в осадочный бассейн за счет размыва биотит-силлиманитовых и магнетитовых гнейсов фундамента восточной части Восточно-Европейской платформы.

Среди деформаций кристаллической решетки кварца в псаммитах рифейских подразделений Башкирского мегантиклинория чаще всего можно встретить зерна с облачным и волнистым погасанием. Кроме того, в песчаниках отдельных стратиграфических уровней (большеинзерская, бакальская, юшинская, машакская и зигальгинская свиты) довольно часто присутствуют зерна кварца с блочным и мозаичным строением, наличие которых может свидетельствовать, о существенной роли в областях питания гранитоидных и жильных пород с первично-кристаллизационными типами кварца [4]. Соотношение видов деформаций решеток кварца в вендских терригенных последовательностях Башкирского мегантиклинория отличается от распределения характерного для рифейских отложений, т.к. заметную долю в песчаниках ашинской серии составляет кварц с ровным погасанием. Исключением является кварц псаммитов куккараукской свиты, для которого свойственно значительное число зерен с облачным погасанием.

В песчаниках различных литостратиграфических подразделений рифея и венда Камско-Бельского авлакогена и Шкаповско-Шиханской впадины самую распространенную ассоциацию типов кварца образуют минеральные индивиды псаммитов тукаевской и леонидовской свит рифея и байкибашевской свиты венда. В ее составе чаще всего наблюдаются зерна с включениями минералообразующей среды и минералов, при этом некоторые из них обладают к тому же разнообразными деформациями кристаллической решетки. Иной вид ассоциации характерен для песчаников прикамской свиты нижнего рифея Камско-Бельского авлакогена. В отложениях данного стратиграфического уровня наиболее часто встречаются зерна с деформациями кристаллической решетки (60%), при подчиненной роли кварца с включениями минералообразующей среды и минералов (30–40%).

Соотношение видов деформаций кристаллической решетки зерен кварца из отложений Камско-Бельского авлакогена и Шкаповско-Шиханской впадины может различаться от одного стратиграфического уровня к другому. Так, например, для кварца песчаников прикамской свиты характерно преобладание зерен с ровным погасанием и блоч-

ным строением, а в песчаниках тукаевской и леонидовской свит больше встречаются зерна с облачным погасанием. В составе псаммитов байкибашевской свиты верхнего венда можно найти высокое содержание зерен с волнистым погасанием и блочным строением.

Количественные данные об оптически определяемых дефектах зерен кварца в отложениях венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория, дают основания выделить три различные ассоциации генетических типов кварца. Первая ассоциация характерна для песчаников керносской свиты серебрянской серии и старопечнинской свиты сылвицкой серии, в составе которых преобладает кварц без каких либо включений, в среднем от 30% до 60% выборки. Из оптически определяемых дефектов в данной ассоциации наиболее типичными являются деформации кристаллической решетки в виде облачного и волнистого погасания. Остальные типы оптически определяемых дефектов кристаллической решетки наблюдаются в единичных случаях. Вторая ассоциация характерна для песчаников чернокаменной свиты. Кварц данной ассоциации в основном представлен зернами с включениями минералообразующей среды и комбинацией ВМС+ДКР (от 20 до 60%), а также зернами с включениями минералов, содержание которых может достигать свыше 30%. Кварц третьей ассоциации присущ псаммитам усть-сылвицкой свиты завершающей разрез верхнего венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория. В ее составе преобладает кварц с деформацией кристаллической решетки (около 40%) и с включениями минералообразующей среды (20%). Кварц комбинированных групп типоморфных разновидностей ВМС+ДКР и ВМС+ВМ представлен в небольшом количестве (10–11% исследованных зерен). Анализ разных видов деформаций кристаллической решетки кварца псаммитов керносской, чернокаменной и усть-сылвицкой свит показал, что в основном встречаются зерна с облачным и волнистым погасанием. Песчаники старопечнинской свиты отличаются от терригенных пород других литостратиграфических единиц разреза венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория повышенным содержанием зерен кварца с ровным погасанием.

Резюмируя все сказанное, следует отметить, что ассоциации типов кварца в песчаниках докембрийских осадочных последовательностей области сочленения Южного и Среднего Урала и Восточно-Европейской платформы обладают достаточно выраженными чертами сходства, хотя в некоторых случаях они обнаруживают и индивидуальные черты. Так, например, ассоциации кварца псаммитов рифея и венда Башкирского мегантиклинория, Камско-Бельского авлакогена и Шкаповско-Шиханской впадины, а также чернокаменной и усть-сылвицкой свит венда Кваркушко-

Каменногорского мегантиклинория являются в достаточной степени идентичными друг другу. Исключение составляют ассоциации типов кварца: 1) в песчаниках айской и урюкской свит Башкирского мегантиклинория, в которых кварц обогащен включениями минералов; 2) в терригенных породах прикамской свиты нижнего рифея, которая состоит из преобладающего числа зерен с деформациями кристаллической решетки; 3) в песчаных породах керносской и старопечнинской свит Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория, в составе которых в большом количестве обнаруживается оптически чистый бездефектный кварц.

При сопоставлении ассоциаций генетических типов кварца псаммитов рифея и венда западного склона Урала и Волго-Уральской области с ассоциациями кристаллических пород фундамента Русской платформы (табл. 1) было установлено, что в основном кварцевая кластика верхнедокембрийских осадочных последовательностей была сформирована за счет разрушения гнейсов фундамента Восточно-Европейской платформы. Однако, при сравнении ассоциаций кварца псаммитов рифея и венда и кварцитов тараташского комплекса, было также обнаружено существенное сходство в наборе их генетических типов (табл. 1). Поэтому предполагается, что среди пород источников сноса существенную роль могли играть также метаосадочные породы дорифейского или рифейского протоцехла платформы.

Обобщенные данные по генетическим типам кварца в псаммитах рифея и венда, представленные в табл. 2, позволяют сделать несколько интересных выводов. Состав ассоциаций типов кварца в отложениях керносской и старопечнинской свит венда Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория отличается как от состава упомянутых ассоциаций в вышележащих толщах венда, так и от ассоциаций в песчаниках венда Башкирского мегантиклинория и Шкаповско-Шиханской впадины. Для песчаников керносской и старопечнинской свит Кваркушко-Каменногорского мегантиклинория характерна ассоциация с высоким содержанием оптически чистого кварца без включений. Как показано в ряде работ [3], такой тип кварцевых зерен присущ многократно рециклированным (зрелым) песчаным отложениям. Исходя из этого, можно полагать, что среди размывавшихся во время накопления отложений керносской и старопечнинской свит пород значительную роль играли, вероятно, дорифейские или рифейские осадочные и метаосадочные образования, в результате рециклинга которых и образовались песчаники указанных литостратиграфических подразделений.

Как ранее было установлено [14, 15], большая часть отложений базальных свит рифея Башкирского мегантиклинория и Камско-Бельского авлакогена, сложены литогенным кварцем, прошедшим не-

Таблица 2. Источники кластогенного кварца верхнедокембрийских псаммитов области сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы

Возраст	Башкирский мегантиклинорий		Камско-Бельский авлакоген и Шкаповско-Шиханская впадина		Кваркушско-Каменогорский мегантиклинорий	
Венд	свиты	вероятные материнские породы	свиты	вероятные материнские породы	свиты	вероятные материнские породы
	куккараукская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)			усть-сылвицкая	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)
	басинская				чернокаменская	гнейсы и гранитоиды
	урюкская	гнейсы и гранитоиды	байкибашевская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)	старопечнинская	метаосадочные породы (кварциты и кварцито-песчаники)
				керносская		
Рифей	зильмердакская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)	леонидовская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)		
	зигальгинская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)	тукаевская	гнейсы, частично метаосадочные породы (кварциты)		
	машакская	неясный генезис				
	юшинская	гранитоиды и гнейсы	прикамская	метаосадочные породы (кварциты) частично гнейсы		
	бакальская	метаосадочные породы (кварциты) и гнейсы				
	большеинзерская	гнейсы и гранитоиды				
	айская	гнейсы				

сколько седиментационных циклов. Это позволило предполагать, что в источниках сноса осадочных последовательностей рифея и венда очень широко были представлены песчаники и кварцито-песчаники. Генетические типы кварца, выделенные в настоящей работе, по своим особенностям очень близки кварцу гнейсов фундамента Восточно-Европейской платформы, что, в общем, подтверждает результаты Н.А. Михайловой [8] и Ф.А. Курбацкой [5]. Однако, как отметил И.М. Симанович [10, с. 126]: "...в малых циклах², сколько бы они не повторялись, обломочный кварц сохраняет типоморфные признаки, унаследованные от материнских кристаллических пород, даже если размыту подвергаются достаточно сильно измененные породы вплоть до стадии глубинного эпигенеза". Данное замечание позволяет считать, что исследованный кварц докембрийских псаммитов образовался за счет размыва песчаников/кварцито-песчаников проточехла Восточно-Европейской платформы, но при этом сохранил все типоморфные особенности деформаций кристаллической решетки зерен, которые свойственны материнским кристаллическим породам фундамента.

² Под малым циклом обломочного кварца И.М. Симанович [10, с. 125] подразумевает его неоднократное перерождение в результате размыва уже образовавшихся осадков и осадочных пород.

Исследования выполнены в рамках интеграционного проекта УрО, СО и ДВО РАН "Реконструкция источников поступления вещества в осадочные бассейны Северной Евразии: обстановки седиментогенеза, потенциальная рудоносность" (09-С-5-1013) и при финансовой поддержке гранта РФФИ № 09-05-00279.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблизин Б.Д., Ключина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М. Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. 140 с.
2. Анфимов Л.В., Козлов В.И., Еремеева А.В. Изучение плотности кварцевых зерен из обломочных толщ верхнего докембрия Башкирского мегантиклинория // Докембрийские толщи Башкирского мегантиклинория на Урале и их металлогения. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 33–43.
3. Кац М.Я., Кац М.М. О динамике изменения статистических характеристик плотности терригенного кварца в процессе седиментации // Литология и полезные ископаемые. 1969. № 4. С. 111–121.
4. Кац М.Я., Симанович И.М. Кварц кристаллических пород. М.: Наука, 1974. 188 с.
5. Курбацкая Ф.А. Сравнительная характеристика обломочного кварца некоторых пород западного склона Среднего Урала // Учен. зап. Перм. ун-та. 1967. № 170. С. 66–75.
6. Маслов А.В., Ишерская М.В. Осадочные ассоциации

- рифей Волго-Уральской области (условия формирования и литофациальная зональность). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1998. 286 с.
7. *Маслов А.В., Крупенин М.Т., Гареев Э.З., Анфилов Л.В.* Рифей западного склона Южного Урала. Т. 1. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2001. 351 с.
 8. *Михайлова Н.А.* Характеристика кварца терригенной толщи девона и возможных источников его сноса. М.: Наука, 1964. 69 с.
 9. *Симанович И.М.* Определение первичных источников сноса по обломочному кварцу // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 3. С. 50–59.
 10. *Симанович И.М.* Кварц песчаных пород // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 314. 1978. 153 с.
 11. Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области / В.И. Козлов, Е.М. Аксенов, Н.Д. Сергеева и др. Объяснительная записка. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2000. 81 с.
 12. Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: УГСЭ, 1993. 172 л.
 13. Стратотип рифей. Стратиграфия. Геохронология. М.: Наука, 1983. 184 с.
 14. *Ялышева А.И.* Использование статистического анализа для установления генезиса кластогенного кварца // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли: мат-лы 5-го Всерос. литолог. совещания. Т. II. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2008. С. 464–468.
 15. *Ялышева А.И.* Типоморфизм кластогенного кварца из докембрийских отложений Южного и Среднего Урала // Литосфера. 2010. № 1. С. 64–83.
 16. *Willner A.P., Ermolaeva T., Stroink L. et al.* 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. № 100. P. 215–239.