

## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ТИПОМОРФНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КВАРЦА НИЖНЕ- И ВЕРХНЕОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЭСТОНИИ

Х. Н. ХЕЙНСАЛУ

Типоморфные особенности широко распространенных в осадочных породах зерен кварца привлекают внимание исследователей как источник дополнительной информации для решения ряда вопросов в литологии. С целью сравнительной оценки различных типоморфных признаков обломочных зерен кварца как возможных индикаторов литогенеза нами исследовались обломочные зерна кварца из различных нижнепалеозойских отложений Эстонии.

Типоморфные особенности кварца изучены в 48 пробах, из которых 29 характеризуют терригенные отложения пакерортского горизонта нижнего ордовика, 6 проб — верхи тискресной свиты нижнего кембрия и 13 проб — терригенно-карбонатные отложения салдусской пачки поркуниского горизонта верхнего ордовика. Последние пробы любезно предоставила в распоряжение автора доцент ТГУ А. Ораспыльд, а пробы тискретной свиты — коллеги института Х. Вийдинг, К. Менс и Э. Пиррус.

Изучение кварца проводилось под поляризационным микроскопом при увеличении в 200 раз в иммерсионной жидкости  $N = 1,543$ . Анализу подвергалась фракция 0,1 — 0,25 мм, подсчитывалось 100 — 400 зерен.

При изучении типоморфных признаков кварца за основу приняты принципы и методика, разработанные Х. А. Вийдингом (Вийдинг, Конса, 1976) для изучения кварца вендских отложений Эстонии, но с некоторыми дополнениями. В качестве основных типоморфных критериев учитывались форма включений, характер погасания и степень окатанности зерен кварца, которые в разных комбинациях дают 24 разновидностей (табл. 1). Кроме перечисленных признаков отдельно учитывались также количество зерен с ориентированным расположением включений (потенциальная трещиноватость), наличие регенерационных каемок, количество минеральных включений (явно кристаллических) и, наконец, ориентировочная степень насыщенности зерен кварца включениями (мало-, средне- и сильнонасыщенные; Симанович, 1978).

Как выяснилось в ходе предварительного ознакомления с материалом, как в кварце пакерортского, так и поркуниского горизонтов преобладающими являются точечные или очень мелкие изометрические включения. Реже встречаются призматические или продолговатые и наиболее редко — включения игольчатой формы. Поскольку очень трудно объективно сравнить и оценить суммарное количество обычно многочисленных точечных и мелких изометрических включений с суммарным содержанием относительно редких, но более крупных кристаллических включений, то критерием принято считать не числовое преобладание включений той или иной формы, а только факт их присутствия начи-

Распределение средних содержаний (%) типоморфных разновидностей кварца (фр. 0,1—0,25 мм) в верхней части тискреских ( $\epsilon_1^{ts}$ ), в пакерортских ( $0_{prk}$ ) и поркуниских  $0_{3prk}$  отложениях

| Индекс                                       | Включения              | Изометрические и точечные |               | Призматические или продолговатые |               | Игольчатые  |             | Полупрозрачные зерна |               |
|----------------------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|-------------|-------------|----------------------|---------------|
|                                              |                        | нормальное                | волнистое     | нормальное                       | волнистое     | нормальное  | волнистое   | нормальное           | волнистое     |
| $0_{3prk}$<br>$0_{prk}$<br>$\epsilon_1^{ts}$ | Малоокатанные зерна    | 4<br>2<br>3               | 1<br>4<br>3   | 4<br>5<br>5                      | 1<br>5<br>4   | 2<br>1<br>1 | 0<br>2<br>1 | 1<br>1<br>0          | 0<br>2<br>1   |
| $0_{3prk}$<br>$0_{prk}$<br>$\epsilon_1^{ts}$ | Среднеокатанные зерна  | 14<br>7<br>14             | 4<br>9<br>9   | 20<br>13<br>21                   | 6<br>17<br>15 | 8<br>5<br>5 | 2<br>7<br>3 | 2<br>3<br>4          | 1<br>7<br>8   |
| $0_{3prk}$<br>$0_{prk}$<br>$\epsilon_1^{ts}$ | Хорошо окатанные зерна | 10<br>1<br>0,5            | 2<br>1<br>0,5 | 10<br>2<br>1                     | 2<br>2<br>0,5 | 4<br>1<br>0 | 1<br>1<br>0 | 1<br>1<br>0          | 0<br>1<br>0,5 |

ная с более редких: игольчатые, призматические или продолговатые и, наконец, изометрические вместе с точечными.

В табл. 1 приведены средние содержания типоморфных разновидностей кварца, отражающих в комплексе 9 признаков в изученных нами стратиграфических подразделениях. Однако в таком виде трудно уловить тенденции изменения отдельных характеристик. Поэтому в ходе дальнейшего изучения материала рассматривается распределение отдельных (всего 12) типоморфных признаков (а не типоморфных разновидностей) кварца в изученных трех стратиграфических подразделениях снизу вверх (табл. 2).

**Тискрская свита.** Типоморфные особенности кварца изучены по 6 пробам из обнажений Раннамыйза и Кронскаллас только из самой верхней части свиты для сравнения с вышезалегающими пакерортскими отложениями. Здесь выявлена следующая картина в распределении основных типоморфных признаков.

Зерен кварца, в которых встречены только точечные и изометрические включения, в верхней части тискрской свиты в среднем до 30% (табл. 2). Зерен, в которых помимо точечных и изометрических включений встречены еще и призматические или продолговатые включения, в тискрских отложениях больше всего — в среднем 46%. Редко обнаружены игольчатые включения. Полупрозрачные зерна присутствуют в количестве 14%. В 40% из всех изученных зерен кварца тискрской свиты присутствуют (но в большинстве случаев не преобладают) явно кристаллические минеральные включения. Регенерационные каемки практически отсутствуют, зерен кварца с ориентированными включениями в описываемых отложениях меньше, чем в вышезалегающих, в среднем 16%.

По характеру погасания в тискрских отложениях всегда преобладает кварц с нормальным погасанием. По степени окатанности 79% зерен кварца можно было отнести к среднеокатанным, 18% — к малоокатанным и лишь 3% — к хорошоокатанным.

**Пакерортский горизонт.** Типоморфные особенности кварца из паке-

Распределение типоморфных признаков кварца (%) в  
верхней части тискреских ( $\epsilon_1ts$ ), в пакерортских ( $0_1pk$ )  
и поркунских ( $0_3prk$ ) отложениях

| Признак        | Форма включений              |         |                                     |         |            |         |
|----------------|------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|------------|---------|
|                | Изометрические<br>и точечные |         | Призматические<br>или продолговатые |         | Игольчатые |         |
|                | от — до                      | среднее | от — до                             | среднее | от — до    | среднее |
| Индекс         |                              |         |                                     |         |            |         |
| $0_3prk$       | 18 — 51                      | 35      | 31 — 53                             | 43      | 7 — 28     | 17      |
| $0_1pk$        | 9 — 40                       | 24      | 25 — 60                             | 44      | 8 — 24     | 17      |
| $\epsilon_1ts$ | 23 — 38                      | 30      | 42 — 52                             | 46      | 6 — 18     | 10      |

| Признак        | Полупрозрачные<br>зерна |         | Ориентированные<br>включения |         | Кристаллические<br>минеральные<br>включения |         |
|----------------|-------------------------|---------|------------------------------|---------|---------------------------------------------|---------|
|                |                         |         |                              |         |                                             |         |
|                | от — до                 | среднее | от — до                      | среднее | от — до                                     | среднее |
| Индекс         |                         |         |                              |         |                                             |         |
| $0_3prk$       | 2 — 8<br>(12)*          | 5       | 28 — 53                      | 38      | 31 — 57                                     | 46      |
| $0_1pk$        | 7 — 20                  | 15      | 12 — 42                      | 26      | 25 — 57                                     | 40      |
| $\epsilon_1ts$ | 11 — 16                 | 14      | 9 — 19                       | 16      | 37 — 43                                     | 40      |

| Признак        | Степень окатанности |         |                 |         |                  |         |
|----------------|---------------------|---------|-----------------|---------|------------------|---------|
|                | Малоокатанные       |         | Среднеокатанные |         | Хорошо окатанные |         |
|                | от — до             | среднее | от — до         | среднее | от — до          | среднее |
| Индекс         |                     |         |                 |         |                  |         |
| $0_3prk$       | 3 — 30              | 13      | 46 — 74         | 57      | 13 — 40          | 30      |
| $0_1pk$        | 7 — 36              | 22      | 58 — 84         | 68      | 0,5 — 20         | 10      |
| $\epsilon_1ts$ | 13 — 29             | 18      | 71 — 83         | 79      | 0 — 6            | 3       |

| Признак            | Характер погасания |         |                |         | Регенерационные<br>каемки |         |
|--------------------|--------------------|---------|----------------|---------|---------------------------|---------|
|                    | Нормальное         |         | Волнистое      |         |                           |         |
|                    | от — до            | среднее | от — до        | среднее | от — до                   | среднее |
| Индекс             |                    |         |                |         |                           |         |
| 0 <sub>3</sub> prk | 69 — 94<br>(50)    | 80      | 6 — 31<br>(50) | 20      | 6 — 47<br>(68)            | 25      |
| 0 <sub>1</sub> pk  | 21 — 74            | 42      | 26 — 79        | 58      | 1 — 7<br>(12)             | 2,4     |
| ε <sub>1</sub> ts  | 52 — 60            | 55      | 40 — 48        | 45      | 0 — 3                     | 0,3     |

\* В скобках указаны единичные, резко отличные от остальных содержания.

портских терригенных отложений изучены по трем обнажениям, расположенным в западной (Раннамыйза), средней (Муукси) и восточной (Пяйте) частях Северо-Эстонского глинта. В разрезах этих обнажений изучению подвергались отложения юльгазеской, маардуской, суур-йыгиской и орасояской пачек. Различия в типоморфном составе кварца из разных обнажений и разных пачек незначительны. Поэтому ограничимся здесь общей характеристикой типоморфных особенностей кварца пакерортского горизонта в целом.

Распределение зерен кварца с разной формой включений в пакерортском горизонте представлено следующим образом. Почти в два раза возрастает по сравнению с подстилающими тискрескими отложениями

количество зерен кварца, в которых обнаружены игольчатые включения. Количества зерен с другими формами включений мало отличаются от соответствующих значений в тискреских отложениях, но количество зерен кварца с ориентированно расположенными мелкими включениями возрастает от 16% в тискреских до 26% в пакерортских отложениях. Также возрастает количество зерен кварца с регенерационными каемками.

По характеру погасания зерен кварца в пакерортском горизонте наблюдаются некоторые различия. В нижней части горизонта в юлгезской пачке и в прослоях «оболового конгломерата», залегающих в нижней половине маардуской пачки, продолжают преобладать (среднее содержание 60%) зерна кварца с нормальным погасанием. Нормальное погасание в этой части разреза всегда преобладает над волнистым в зернах с изометрическими и призматическими включениями в соотношениях от 1,1:1 до 3,3:1. Но в полупрозрачных зернах кварца и в зернах с игольчатыми включениями в большинстве пробах этой же нижней части пакерортского горизонта уже начинает преобладать волнистое погасание в соотношениях от 1:1,3 до 1:2,5 в пользу волнисто погасающих зерен.

Выше по разрезу, в верхней части маардуской, в суурйыгиской и орасояской пачках соотношение нормально и волнисто погасающих зерен кварца (за редким исключением) становится обратным: волнисто погасает в среднем 61% зерен. Среднее содержание зерен кварца с нормальным погасанием по всему пакерортскому горизонту составляет 42%.

Зерна кварца в изученных отложениях пакерортского горизонта, как и в тискреской свите, обладают в основном средней степенью окатанности. Но по сравнению с подстилающими отложениями, содержание хорошо окатанных зерен здесь выше.

По степени насыщенности включениями большинство зерен кварца (около 60—65%) пакерортских отложений следует отнести к сильно насыщенным. Слабо насыщенные зерна встречаются здесь редко.

**Поркуниский горизонт.** Характеристика типоморфных особенностей кварца поркуниского горизонта основывается на результатах изучения 13 проб нерастворимого остатка карбонатно-терригенных пород салдусской пачки в скв. Йыгёва (7 Ц). Изученные пробы характеризуют нижние 12—13 м (из общей мощности 20,7 м) салдусской пачки, в терригенной составляющей которой в большинстве случаев преобладает песчаная размерность зерен; верхняя же часть содержит только глинисто-алевритовый материал.

По степени насыщенности включениями около 70—80%<sup>1</sup> зерен кварца из поркуниских отложений следует отнести к сильно насыщенным. Аналогично тискреским и пакерортским отложениям в кварце салдусской пачки также преобладают точечные и очень мелкие изометрические включения или призматические и продолговатые включения. Полупрозрачных зерен в поркуниских отложениях меньше, чем в описанных выше — в среднем всего 5%. Зато количество зерен кварца с ориентированными включениями (или трещиноватых зерен) в поркуниских отложениях (в среднем 38%) больше. В нижних 3 м разреза количество таких зерен несколько выше среднего — 46% (от 42 до 53%).

По характеру погасания в поркуниских отложениях сильно преобладает нормальный кварц. Среднее содержание зерен кварца с волнистым погасанием (20%) ниже, чем в других рассматриваемых отложениях. Особенно низким (6—7%) содержанием волнисто погасающего кварца выделяется самая нижняя часть разреза салдусской пачки, охватывающая по мощности около 3 м.

Окатанность зерен кварца из поркуниского горизонта относительно хорошая. Среднее содержание хорошо окатанных зерен здесь высокое

(30%). Степень окатанности их снижается за счет угловатости частых регенерационных каемок (25%). Максимальное количество зерен с регенерационными каемками 68% обнаружено в подошве пачки, а среднее содержание их в нижних 3 м составляет 54%. Регенерационные каемки представлены обычно мелкими реликтами, в большинстве случаев хорошо окатанными. При несколько больших размерах края у них обычно обломаны, иногда имеют зазубренный вид.

Таким образом, все вышеописанные типоморфные признаки кварца в салдусской пачке в изученном разрезе в общих чертах распределены довольно равномерно. Несколько все же выделяется нижняя часть разреза (нижние 3 м), для которой характерны более резкие колебания количества зерен с отдельными типоморфными признаками, в том числе минимальные содержания волнисто погасающих зерен кварца (6—7%), максимальные (46—68%) содержания зерен с регенерационными каемками, относительно высокие (42—53%) содержания зерен с мелкими ориентированными включениями и максимальное (12%) содержание полупрозрачных (в среднем 5%) зерен кварца.

**Заключение.** Сравнительное изучение типоморфных особенностей кварца из трех стратиграфических подразделений древнепалеозойского разреза Эстонии — верхи тискреской свиты, пакерортской горизонт и салдусская пачка поркуниского горизонта — показало, что (за небольшим исключением) в пределах одного и того же подразделения признаки кварца относительно мало меняются. Но при сравнении отдельных типоморфных признаков в разных стратиграфических подразделениях, можно заметить в кварце следующие изменения.

1. Изменения количества включений:

а) содержание зерен кварца с игольчатыми включениями в тискреской свите в среднем 10%, а в пакерортском и поркуниском горизонтах оно одинаково выше — 17%;

б) полупрозрачных зерен кварца в тискреской свите и в пакерортском горизонте значительно выше (14—15%), чем в поркуниском (5%);

в) количество зерен кварца с ориентированными включениями по разрезу снизу вверх возрастает: в тискреских отложениях их в среднем 16%, в пакерортских — 26, в поркуниских — 38%.

2. Очень четки изменения характера погасания зерен кварца в изученных отложениях. В тискреских отложениях всегда преобладает кварц с нормальным погасанием. В пакерортских отложениях становится преобладающим волнисто погасающий кварц, но не на границе кембрия — ордовика, а с некоторым «запаздыванием», выше прослоев «оболового конгломерата», в нижней половине маардуской пачки. Общее среднее содержание зерен кварца с волнистым погасанием (58%) в отложениях пакерортского горизонта значительно выше, чем в тискреских отложениях (45%). В поркуниских отложениях содержание зерен кварца с волнистым погасанием опять резко падает (20% в среднем).

3. Степень окатанности зерен кварца закономерно улучшается от тискреских к поркуниским отложениям: хорошо окатанных зерен в тискреских отложениях в среднем всего 3%, в пакерортских — 10, а в поркуниских — уже 30%.

4. Четкие изменения выражаются и в количестве регенерационных каемок на зернах кварца. В тискреских отложениях зерна кварца с регенерационными каемками практически отсутствуют. В пакерортских отложениях таких зерен в среднем 2,4%, а в поркуниских отложениях их среднее содержание увеличивается до 25%.

5. От тискреских к поркуниским отложениям возрастает также количество зерен с ориентированными включениями (потенциально трещино-

ватых зерен), среднее содержание которых в тискрских отложениях составляет 16%, в пакерортских — 26, а в поркуниских — уже 38%.

Сходство ряда типоморфных признаков кварца тискрских и нижней части пакерортских отложений позволяет предположить частичную унаследованность минерального состава нижеордовикских отложений от тискрских, но во время накопления верхней части пакерортских терригенных отложений должен был существовать дополнительный источник питания, который поставлял кварц с волнистым погасанием (Хейнсалу, Вийдинг, 1978).

Тискрские или пакерортские терригенные породы с учетом в них всех вышеперечисленных различий типоморфных особенностей кварца (а также в поркуниских отложениях), вероятно, не могли служить непосредственным источником сноса во время накопления последних. Однако не исключено, что материал тискрских и пакерортских отложений, претерпев предварительно несколько осадочных циклов и постепенно видоизменяясь в этих процессах, мог участвовать в качестве одного (но не единственного) из источников в осадконакоплении поркуниского времени.

В результате можно считать, что примененная нами методика изучения кварца оправдывает себя и является перспективной. Наш предварительный опыт показывает, что типоморфные особенности кварца в изученных нами отложениях несут дополнительную информацию при сравнении отдельных частей разреза на уровне горизонтов или свит.

*Академия наук Эстонской ССР  
Институт геологии*

#### ЛИТЕРАТУРА

- Вийдинг Х., Конса М. Учет данных по типоморфным разновидностям минералов терригенных отложений. — В кн.: Методика и интерпретация результатов минералогических и геохимических исследований. Вильнюс, «Мокслас», 1976, с. 60 — 67.  
Симанович И. М. Кварц песчаных пород. М., «Наука», 1978. 153 с.  
Хейнсалу Х., Вийдинг Х. О минеральном составе нижеордовикских фосфатоносных и подстилающих их отложений в Северной Эстонии. — Изв. АН ЭССР, сер. геол., 27, № 2, 1978, с. 46 — 42.

## ON TYPMORPHIC FEATURES OF ESTONIAN LOWER AND UPPER ORDOVICIAN QUARTZ

H. HEINSALU

### *Summary*

The typomorphic features of quartz were studied in 48 samples, the main part of which was represented by terrigenous deposits of the Lower Ordovician Pakerort Stage. The smaller number of these samples contained terrigenous deposits of the Lower Cambrian Tiskre Formation lying immediately below the previous ones, and carbonate-terrigenous deposits of the Upper Ordovician Porkuni Stage. A complex of 24 typomorphic features was determined in each quartz grain, characterizing the content of inclusions of various shapes, different stages of roundness, and the nature of extinction of quartz grains. Also the amount of regeneration overgrowths, oriented inclusions and mineral (crystal) inclusions was ascertained. The general amount of inclusions in quartz grains (great, average, small) was found out approximately as well. The most informative among the typomorphic features of quartz turned out to be the nature of extinction, content of oriented inclusions, and the number of regeneration overgrowths.