



УДК 551.72:552.142(474.2)

Маре КОНСА*

ОТРАЖЕНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР РАЙОНА УЛЬЯСТЕ В МИНЕРАЛЬНОМ СОСТАВЕ БАЗАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА

Объектом исследования выбрана группа локальных тектонических поднятий в Северо-Восточной Эстонии, где небольшие положительные структуры с ядром кристаллического фундамента располагаются в двух субширотных рядах. Северную из них составляют структуры Сонда и Вана-Сонда, южную — Ульясте и Нюри. Минералогически изучены восемь скважин на одном профиле, который проходит через структуры Нюри и Вана-Сонда, охватывая также разрезы нормального поля (рис. 1, 2). Эти структуры, правда, не являются наиболее выразительными на данном участке, однако скважины оказались качественными в смысле выхода керна, что и определило такой выбор материала. Всего проанализировано на этом профиле 60 иммерсионных препаратов песчано-алевритовых проб фракции 0,1—0,05 мм.

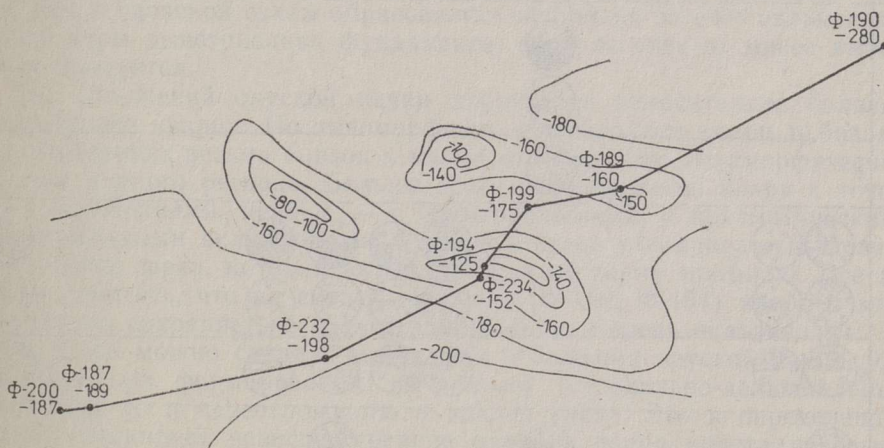


Рис. 1. Современная поверхность кристаллического фундамента и изученный профиль.

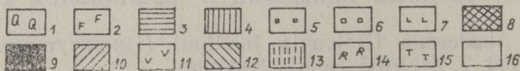
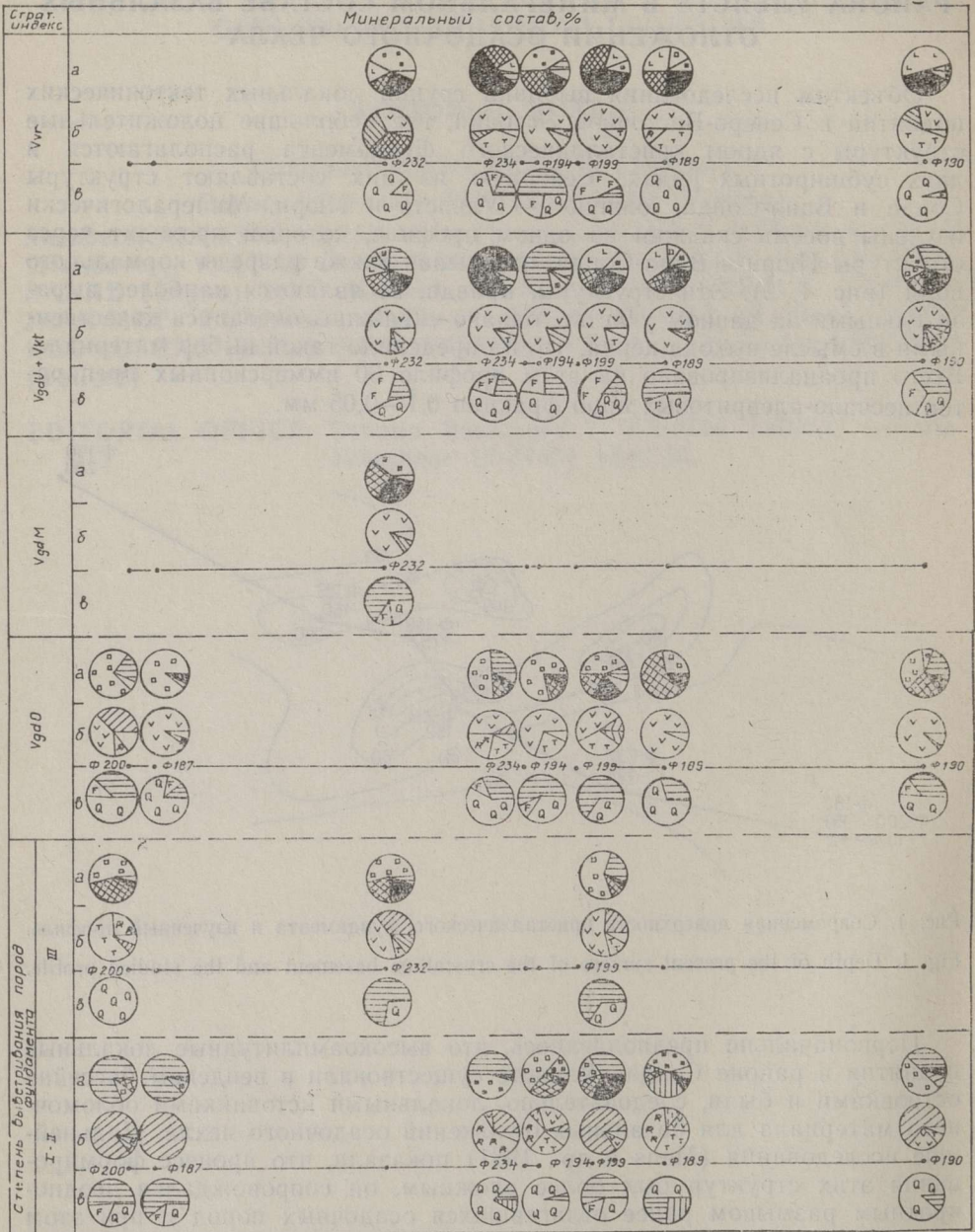
Fig. 1. Depth of the present surface of the crystalline basement and the studied profile.

Первоначально предполагалось, что высокоамплитудные локальные поднятия в районе Сонда—Ульясте существовали в вендском бассейне островками и были, следовательно, локальными источниками обломочного материала для базальных отложений осадочного чехла. Дальнейшие исследования (Mens и др., 1981) показали, что процесс формирования этих структур был более сложным, он сопровождался неоднократным размывом ранее отлагавшихся осадочных пород и при этом не оставил существенных аномалий в фаціальном облике отложений

* Eesti Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut (Институт геологии Академии наук Эстонии). Estonia pst. 7, EE-0105 Tallinn. Estonia.

вокруг этих структур. Это и определило цель настоящей работы — выявить, в какой мере породы кристаллического фундамента отразились на особенностях осадконакопления, а также обозначить те рубежи в наложении отложений, которые испытали на себе наибольшее влияние тектонического поднятия локальных участков.

Характерными породами кристаллического фундамента данного района являются глиноземистые гнейсы (скв. Ф-200, Ф-187, Ф-232, Ф-199, Ф-189, Ф-190) весьма разнообразного минерального состава: кварц, полевые шпаты, кордиерит, силлиманит, гранат, андалузит,



мусковит, биотит, графит, рудные минералы (пирит, пирротин, магнетит, ильменит, сфалерит), апатит, циркон, монацит, в меньшей степени турмалин и титанистые минералы. В двух скважинах, а именно на своде одной структуры и на ее западном склоне (Ф-194 и Ф-234), породы фундамента представлены кварцитами. Породообразующим является здесь кварц, которому сопутствуют полевые шпаты, амфиболы, пироксены, гранат, биотит, мусковит, пирит, графит, апатит, титанистые минералы, циркон, магнетит.

В процессе выветривания состав минералов кристаллического фундамента существенно обедняется и выравнивается. В легкой фракции преобладающими становятся кварц и слюды. Полевые шпаты сохраняются только в пробах I—II степени выветривания.

Типоморфизм кварца в породах кристаллического фундамента и в коре выветривания весьма разнообразен. Кварц представлен неправильными зернами с извилистыми очертаниями, имеющими нормальное, реже волнистое погасание. Преобладают неокатанные зерна минерала с точечными включениями. На втором месте кварц с игольчатыми включениями, иногда с призматическими. Сильно варьирует количество кварца без включений. В скв. Ф-234 и Ф-187 отмечаются зерна кварца с игольчатыми, в скв. Ф-189 с изометрическими и в скв. Ф-232 с призматическими включениями. В скв. Ф-199 много полупрозрачного кварца с изобилием включений.

В базальных отложениях осадочного чехла обычно присутствуют полевые шпаты, которые полностью отсутствуют в породах III степени выветривания. Это показывает, что породы базальной орусской пачки гдовской свиты образовались не только за счет сильноизмененной коры выветривания фундамента, но и за счет ее менее выветрелых продуктов.

Для отложений орусской пачки характерно относительно большое разнообразие кварца. По типоморфным особенностям кварц в базальных отложениях весьма близок к мигматизированным метаморфическим породам данного региона. Больше всего распространен кварц с точечными включениями, меньше — с изометрическими, с призматическими и с игольчатыми включениями. У кварца резко увеличивается степень окатанности зерен, которая выравнивается по всему профилю. Все же можно отметить, что на сводах структур (Ф-189, Ф-194) кварц в этих отложениях сохраняет несколько заниженную степень окатанности.

Из этого можно сделать вывод, что отложения орусской пачки подвергались при формировании не только элювиально-делювиальным процессам, но и переотложению в водной среде. Это в определенной степени маскирует непосредственное влияние пород кристаллического ложа на минеральный состав перекрывающихся отложений.

Рис. 2. Минеральный состав базальных отложений и их коренного ложа: а — тяжелая фракция, б — прозрачные аллотигенные минералы тяжелой фракции осадочных пород и те же минералы кристаллических пород, в — легкая фракция; 1 — кварц, 2 — полевые шпаты, 3 — слюды, 4 — карбонаты, 5 — пирит, 6 — гидроксиды железа, 7 — лейкоксен, 8 — черные рудные минералы, 9 — прозрачные аллотигенные минералы, 10 — гранат, 11 — циркон, 12 — турмалин, 13 — апатит, 14 — амфибол, пироксен, 15 — Ti-минералы, 16 — остальные минералы.

Fig. 2. Mineral composition of the basal sedimentary rocks and underlying basement: а — heavy fraction, б — allothigenous transparent heavy minerals from sedimentary and crystalline rocks, в — light fraction; 1 — quartz, 2 — feldspar, 3 — micas, 4 — carbonate minerals, 5 — pyrite, 6 — ferric hydroxides, 7 — leucoxene, 8 — black ore, 9 — transparent allothigenous minerals, 10 — garnet, 11 — zircon, 12 — tourmaline, 13 — apatite, 14 — amphibole, pyroxene, 15 — titanium minerals, 16 — other minerals.

В этих отложениях произошло существенное выравнивание и других типоморфных особенностей кварца. Во всяком случае каких-либо аномалий в пределах сводов структур не прослеживается. Кварц с игольчатыми включениями, которым богаты породы фундамента скв. Ф-234 (30—40%), здесь уже не представлен.

Предположение о прямом влиянии структурных источников сноса на базальные слои осадочного чехла подтверждает лишь материал скв. Ф-194 и Ф-234. Данные минерального состава и типоморфизм кварца из отложений орусской пачки (скв. Ф-234, склон структуры) очень сходны с такими же показателями для коры выветривания кристаллического фундамента (скв. Ф-194, свод структуры).

По следующему стратиграфическому подразделению — молдавской пачке гдовской свиты — материала очень мало. На сводах структуры эта пачка вообще отсутствует, а в более удаленных разрезах вместо керна выходил только шлам. По единственной пробе можно сказать, что слюд в этих породах больше, чем в нижележащей пачке, окатанность кварца не улучшается и в общем он близок к кварцу метаморфических пород этих отложений.

В вышележащих уускуласких и котлинских отложениях увеличивается содержание полевых шпатов. При формировании этих отложений первостепенную роль играли не продукты коры выветривания, а сравнительно слабоизмененные породы кристаллического фундамента. Минимальные содержания полевых шпатов отмечаются на сводах и склонах структур, что указывает на влияние последних в ходе седиментации — снова их продуктов коры выветривания, обедненных полевыми шпатами. Окатанность кварца хуже в сводовой части структур, что также говорит в пользу влияния локального источника. В характере включений определенных закономерностей не выявляется.

Для пород воронковской свиты по всей территории республики характерна высокая степень зрелости: кварц резко преобладает. В разрезах на своде и склонах изученной структуры Вана-Сонда (скв. Ф-234, Ф-194, Ф-199) имеет место аномально высокое содержание полевых шпатов и слюд. Их появление не может быть связано с размывом коренного ядра структуры, ибо оно покрыто корой выветривания с незначительным содержанием полевых шпатов. Единственное объяснение — размыв и переотложение в воронковское время подстилающих гдовских и котлинских отложений, что, кстати, хорошо подтверждается и другими геологическими данными (Менс и др., 1981). Окатанность кварца также ухудшается в сводовой части структуры, где возрастает доля полупрозрачных зерен и зерен с изометрическими включениями, однако относительно расположения в структуре в этих характеристиках определенных закономерностей не наблюдается.

Минеральный состав тяжелой фракции пород кристаллического фундамента подвержен большим колебаниям (Клейн, Конса, 1986). В продуктах I—II степени выветривания в разрезах сводовой части структуры почти повсеместно присутствуют амфиболы.

В породах III степени выветривания амфиболы исчезают, преобладающим среди прозрачных аллотригенных минералов становится циркон. Поскольку в сводовой части структуры зона разложения III степени отсутствует, вполне возможен ее снос в первые стадии формирования. Типоморфные особенности детально изученного циркона сложные. Выделяются две генерации минерала (Конса, 1986): 1. Полуокругленные или округленные зерна, полупрозрачные или непрозрачные, коричневато-бурые, часто трещиноватые, содержащие много включений, иногда заметна тонкая внутренняя зональность. Этот обломочный тип циркона встречается самостоятельными кристаллами или в виде ядер в более поздних цирконах. 2. Панидиоморфные короткопризматические,

хорошо образованные кристаллы, прозрачные или полупрозрачные, часто мутные, корродированные. Обычно они образуют оболочки на зернах первого типа, относящихся к более ранней генерации. Внимания заслуживает окатанность (округленность) минерала. Количество зерен циркона, несущих на себе следы окатанности или содержащих окатанные ядра, составляет 90—100% от всей совокупности зерен. В сводовых частях структур идиоморфных и панидиоморфных зерен немного больше.

В базальных образованиях осадочного чехла — в орусской пачке — отмечается обилие красноцветных рудных минералов (гематит, гетит), которые маскируют соотношения других минералов. Среди прозрачных аллотигенных минералов преобладает циркон (40—90%). В разрезах скв. Ф-234 и Ф-194, расположенных в сводовой части одной структуры, минеральный состав тяжелой фракции и типоморфные особенности циркона близки к таковым в выветрелой породе фундамента на этой же структуре (скв. Ф-194).

Сравнительно однотипны минеральный состав и типоморфные особенности циркона из контактирующих пород в разрезе скв. Ф-189, расположенной на своде другой структуры. Здесь встречается около 20% хорошо окатанных и около 50—60% полуокатанных зерен циркона, панидиоморфные и корродированные зерна имеют второстепенное значение. Близки и другие показатели типоморфизма минерала.

Можно предполагать, что в этих разрезах неотсортированные гравийно-глинистые породы (микстолифы) формировались за счет местных переотложенных продуктов сильновыветрелой части пород фундамента. Признаки седиментологической обработки выражены здесь еще очень слабо.

В остальных разрезах влияния структур не улавливается. По сравнению с минеральным составом коры выветривания роль циркона в микстолитах орусской пачки существенно возрастает (40—90%). Это обстоятельство, вместе с вышеотмеченными тенденциями увеличения степени окатанности циркона и выравнивания его типоморфных особенностей, указывает на более существенную обработку материала орусской пачки в водной среде вне зоны структур.

Начиная с орусской пачки вверх по разрезу становится заметной другая тенденция: степень окатанности зерен циркона постепенно уменьшается, а их корродированность возрастает, что, очевидно, является следствием осадочного процесса.

Имеющийся в нашем распоряжении материал по песчаной части гдовской свиты (молдавская пачка) не представителен.

На уровне уускюлаской пачки гдовской свиты и вышележащей котлинской свиты минеральный состав очень изменчив из-за большой роли аутигенных и слюдястых минералов. Все же является тенденция увеличения доли прозрачных аллотигенных минералов. Количество циркона среди них достигает 75—95%. Однако набор прозрачных аллотигенных минералов здесь богаче, чем в подошве, но по площади наблюдается его выравнивание. Так, почти во всех пробах присутствуют турмалин, гранат, амфиболы и пироксены, титанистые минералы, эпидот, в отдельных случаях и силлиманит. Апатит, как правило, отсутствует.

Уменьшается количество окатанных и полуокатанных цирконов, больше встречается идио- и панидиоморфных зерен минерала.

По этим данным можно предполагать, что источниками сноса для верхов гдовской и для всей котлинской свиты являлись сравнительно слабовыветрелые породы фундамента и что материал привнесен из более удаленных источников сноса. Никакой связи с размывом местных структур не наблюдается.

В минеральном составе воронковской свиты уменьшается содержание слюд и несколько увеличивается количество прозрачных аллотигенных минералов, что выравнивается и в территориальном плане. Во всех пробах появляется пирит, что является, по-видимому, результатом инфильтрации в эти отложения морских вод последующей лонтоваской трансгрессии кембрия. Особого внимания заслуживает скопление черных рудных минералов в присводовых разрезах структур. Последнее обстоятельство прямо указывает на существование отмели или островка в воронковском бассейне осадконакопления.

Среди прозрачных аллотигенных минералов уменьшается содержание циркона, увеличивается количество турмалина и, особенно, титанистых минералов. Гранаты почти исчезают. Все это указывает на повышение степени минералогической зрелости воронковской свиты, однако примесь амфиболов почти во всех изученных пробах не позволяет оценить это явление однозначно. Видимо, мы все же имеем дело с отражением в материале свиты влияния какого-то местного источника, естественно, на общем фоне высокой зрелости минералогического материала в целом, или с размывом и переотложением в воронковское время подстилающих гдовских и котлинских отложений.

Из числа изменений типоморфных особенностей циркона отметим заметное убывание количества окатанно-округленных зерен и некоторое уменьшение количества идиоморфных зерен. Зато доля панидиоморфных и корродированных зерен минерала резко возрастает.

Относительно расположения в структуре можно отметить снижение количества титанистых минералов в присводовых разрезах скв. Ф-194 и Ф-199. Однако столь четкого влияния размыва подстилающих котлинских и гдовских отложений на состав воронковской свиты, как мы видели по легкой фракции, в тяжелой фракции не прослеживается.

Выводы

Анализ приведенного материала показывает, что несмотря на существенную амплитуду поднятия локальных структур в районе Ульясте петрографический состав их ядер мало чем отличается от состава пород окружающего пространства, ввиду чего нет четких минералогических критериев для прослеживания размыва структуры во времени — в процессе формирования осадочной толщи. Этому не способствует и выравнивание минерального состава пород при выветривании.

Интересен тот факт, что не все слабоотсортированные микстолиды в базальной части осадочного чехла могут быть рассмотрены как продукты местного перемещения (скольжения) элювия. Некоторые из них, особенно расположенные далеко от структур, испытали на себе существенную обработку в ходе транспортировки в водной среде.

Непосредственное влияние структур на минералонакопление выявляется только на отдельных уровнях. Наиболее показательна в этом плане воронковская свита, в составе которой встречается материал подстилающих котлинских и гдовских свит, снесенных со сводовой части структур во время воронковского осадконакопления.

Тот факт, что на воронковском уровне наблюдается размыв только ранее отложившихся осадочных пород при сохранении рыхлой коры выветривания кристаллических пород в сводовых разрезах структур, показывает однозначно, что кристаллическое ядро локальных поднятий оставалось под водой в течение всего его геологического развития и снос с зоны поднятия ограничивался, в основном, осадочными образованиями. Эти выводы хорошо сопоставляются с другими геологическими данными по рассматриваемому региону, в частности с анализом фаций в районе этих структур.

Конседиментационные тектонические движения в воронковское время нашли отражение не только в размыве гдовских и котлинских отложений, но и в накоплении черных рудных минералов вблизи сводов структур. Этот факт также говорит в пользу ранее выдвинутого предположения об оживлении конседиментационных движений в районе структур именно в воронковское время.

Анализ представленного материала по типоморфным особенностям ведущих минералов — кварца и циркона — показывает, что эти характеристики мало что дают для решения конкретных геологических задач. Тем не менее этим методом удастся выявить очень существенные историко-региональные изменения в накоплении кластогенного материала в осадочных бассейнах. Поэтому такие исследования необходимо продолжать и в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

- Клейн В., Конса М. 1986. Распределение аксессуарных минералов в метаморфических комплексах нижнего протерозоя Северной Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 35, 2, 47—52.
- Конса М. 1986. Типоморфные особенности циркона пород кристаллического фундамента Эстонии. — Изв. АН ЭССР. Геол., 35, 1, 1—9.
- Mens, K., Pirrus, E., Puura, V. 1981. Kirde-Eesti Sonda ja Uljaste kerkestruktuuride kujunemisest vendi ja kambriumi settekivimite analüüsi alusel. — В кн.: Settekivimid ja tektoonika. ELUS, Tallinn, 23—44.

Представил В. Пуура

Поступила в редакцию
19/XI 1992

Mare KONSA

ULJASTE KERKESTRUKTUURIDE PEGELDUMINE SETTEKOMPLEKSI MINERALOOGIAS

Artiklis on Uljaste piirkonna 8 puursüdamiku materjali (kristalse aluskorra murenemiskoorik ja vendi setendite mineraalne koostis, tsirkooni ja kvartsi tüpomorfism) analüüsi abil vaadeldud kerkestruktuuride kajastumist settekompleksi mineraloogias.

Mare KONSA

REFLECTION OF LOCAL TECTONIC STRUCTURES OF THE ULJASTE AREA IN THE MINERALOGICAL COMPOSITION OF THE BASAL LAYERS OF SEDIMENTARY ROCKS

In North-East Estonia, near Lake Uljaste, some local highs have been studied by immersion-microscopic analyses of 60 samples from 8 boreholes (Figs. 1, 2). The mineralogical composition of fresh crystalline rocks (aluminous gneiss and quartzite), their deeply weathered products, and also of above-lying basal Vendian sedimentary rocks was studied. As a result of weathering, rocks with a different petrographic composition gradually became similar in their mineral composition. The process of chemical weathering results practically in monomineral (quartz) rock, enriched with clay minerals, micas, and zircon.

The examination of the mineralogical composition and typomorphic varieties of zircon and quartz gave some information about the reflection of local tectonic structures in the mineralogical composition of the sedimentary rocks.