

Er.5.12

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA GEOLOOGIA INSTITUUDI UURIMUSED
ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР

X

ГЕОЛОГИЯ ПАЛЕОЗОЯ

ТАЛЛИН 1962 TALLINN

О МИНЕРАЛОГИИ НАРОВСКОГО ГОРИЗОНТА

А. Э. ТАММЕ

В последние годы в области минералогического изучения девонских отложений Эстонии достигнуты уже некоторые успехи и о каждом горизонте, в частности в разрезе среднего девона, получено общее представление (Вийдинг, 1962). Однако уровень изученности пока еще недостаточен, что обусловлено прежде всего большой трудоемкостью минералогического анализа, требующего для получения удовлетворительных результатов обработки многих сотен образцов.

Одним из минералогически сравнительно мало изученных горизонтов среднего девона Эстонии был до сих пор наровский горизонт. По своему литологическому характеру наровский горизонт отличается большим разнообразием, проявляющемся в частом чередовании алевролитов, песчаников, доломитовых мергелей, глин и доломитов. Прослойки известняков встречаются редко. В верхней части горизонта преобладают песчаные, в нижней — карбонатные породы. Пестрому литологическому составу сопутствует и большая изменчивость минералогического состава, обусловленная, видимо, сложным характером диа- и эпигенетических процессов.

Настоящая статья основывается на материалах восьми буровых скважин и большинства известных обнажений наровского горизонта (рис. 1). Минералогическому анализу подвергались в основном кластические породы — песчаники и алевролиты (85 образцов). Кроме того, были проанализированы еще 21 образец мергелей, четыре образца глинистых доломитов и три образца глин. Для сравнения анализировались и некоторые образцы из нижней части арукюлаского горизонта. Автором было выбрано для анализа в качестве основной гранулометрическая фракция 0,1—0,05 мм. Дополнительно было выполнено 20 анализов фракции 0,05—0,01 мм и шесть анализов фракции 0,2—0,1 мм. В последней содержание тяжелых минералов незначительное и тяжелая фракция состоит в основном из аутигенного лимонита и слюдистых минералов. Большое значение имеет фракция 0,05—0,01 мм. По сравнению с основной фракцией, в ней содержится больше циркона, рутила и магнетита—ильменита и меньше апатита, турмалина, лейкоксена. Общее содержание тяжелых минералов этой фракции в песчанистых породах в 2—5 раз больше, чем в основной фракции. Но в песчано-алевритовых породах фракция 0,05—0,01 мм встречается в подчиненном количестве и поэтому в ней преобладают тяжелые минералы с размером зерен 0,1—0,05 мм. Среди песчано-алевритовых частиц мергелей господствует фракция 0,05—0,01 мм, но она содержит тяжелых ми-



Рис. 1. Схема расположения изученных буровых скважин и обнажений.
1 — буровые скважины; 2 — обнажения.

нералов, особенно аллотигенных, меньше, чем основная. Минералогические составы фракций 0,1—0,05 мм и 0,05—0,01 мм в мергелях очень близки. В большинстве случаев в обеих фракциях гранат преобладает над другими прозрачными аллотигенными минералами. Все приведенные ниже числовые данные относятся только к фракции 0,1—0,05 мм.

Минералогический состав пород наровского горизонта колеблется в зависимости от их литологического состава. Особенно наглядно это отражается в составе тяжелой фракции. Также различен и состав легкой фракции разных пород (рис. 2 и 3).

Большинство кластических отложений наровского горизонта относится к олигомиктовым полевошпатово-кварцевым алевролитам с содержанием кварца 60—70% (рис. 2). Встречаются также кварцевослюдистые алевролиты, особенно среди алевролитов с доломитовым цементом, и аркозы с содержанием полевых шпатов до 50%. В некоторых алевролитах преобладают слюдистые минералы. В буровой скважине Пала встречены две прослойки крепких грубозернистых песчаников с доломитовым цементом, мощностью 0,15 м (рис. 4, А и Б). Содержание кварца в последних около 95%.

В нерастворимом остатке мергелей содержание неустойчивых компонентов, особенно слюдистых минералов, более высокое (рис. 2). Здесь часто над мусковитом преобладают зеленые слюды и хлориты, в то время как в песчаных породах среди слюд всегда доминирует мусковит. В алевритовой фракции глин количество неустойчивых минералов возрастает еще больше. Увеличивается количество полевых шпатов. В нерастворимом остатке глинистых доломитов сильно преобладает кварц (рис. 2).

В породах наровского горизонта, по сравнению с арукюласким и пярнуским, неустойчивых компонентов сравнительно больше. Но в общем наровский и арукюлаский горизонты имеют очень сходный мине-

ралогический состав пород. Кварц в обоих горизонтах встречается в виде неправильных зерен с редкими включениями; часто наблюдаются разедание кварца, каемки хлорита. Из полевых шпатов преобладает ортоклаз с хорошо выраженной спайностью в двух направлениях. Зерна ортоклаза, особенно в центральной части их, нередко про-

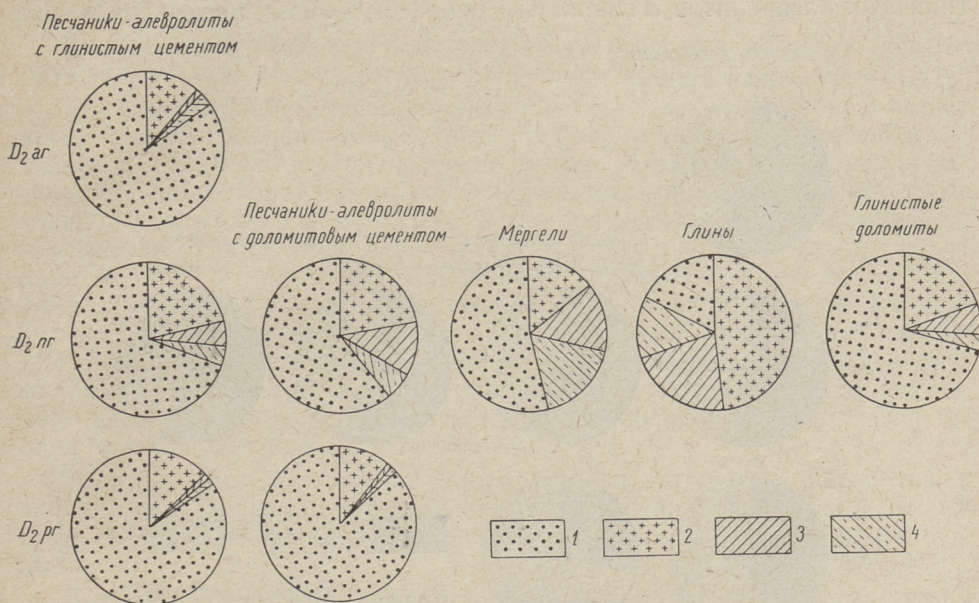


Рис. 2. Минералогический состав легкой фракции.
1 — кварц; 2 — полевые шпаты; 3 — мусковит; 4 — хлориты.

питаны гидроокислом железа. Кислый плагиоклаз представлен единичными зернами неправильных очертаний. Зерна плагиоклаза и ортоклаза часто имеют регенерационную каемку. У кварца и полевых шпатов наблюдается катаклазирование и волнистое угасание. Мусковит и хлорит встречаются в виде зубчатых пластинок. Мусковит, как правило, чистый. Редко в мусковите наблюдаются включения больших кристаллов циркона или игл рутила. Хлорит в большинстве случаев пигментирован гидроокислом железа. Встречаются включения пирита, реже шестилучевые иглы рутила, образующие сагенитовую структуру.

Аналогичный характер имеет фракция нерастворимого остатка карбонатных пород. Можно отметить только сравнительно хорошую окатанность кварца и разедание его карбонатами. Часто в кварце и полевых шпатах содержатся включения карбонатов.

Количество тяжелой фракции песчаных пород нарковского горизонта невысокое — обычно 0,2—0,4%. Иногда в случае концентрации аутигенных минералов (пирита, гидрооксида железа и барита) оно может повыситься до 2,5%. В терригенном остатке карбонатных пород нарковского горизонта тяжелой фракции обычно больше, чем в алевролитах — 0,7—1,6, иногда даже 16%.

Среди минералов тяжелой фракции большей частью преобладают слюдястые минералы: зеленые слюды, хлориты и биотит. Первых двух почти всегда в 10 раз больше, чем биотита. Количество слюдястых минералов колеблется в пределах от 2 до 95% и зависит во многом от места взятия образца — слюдястые минералы часто в процессе седи-

ментации концентрируются на поверхностях наслоения или образуют отдельные прослойки. Поэтому они не имеют значения для корреляции. При вычислении процентуального состава аллотигенных минералов слюдистые минералы автором элиминированы.

Содержание остальных аллотигенных минералов зависит от литологического характера отложений (рис. 3). Состав тяжелой фракции типичных алевролитов с глинистым цементом весьма постоянен. Всегда

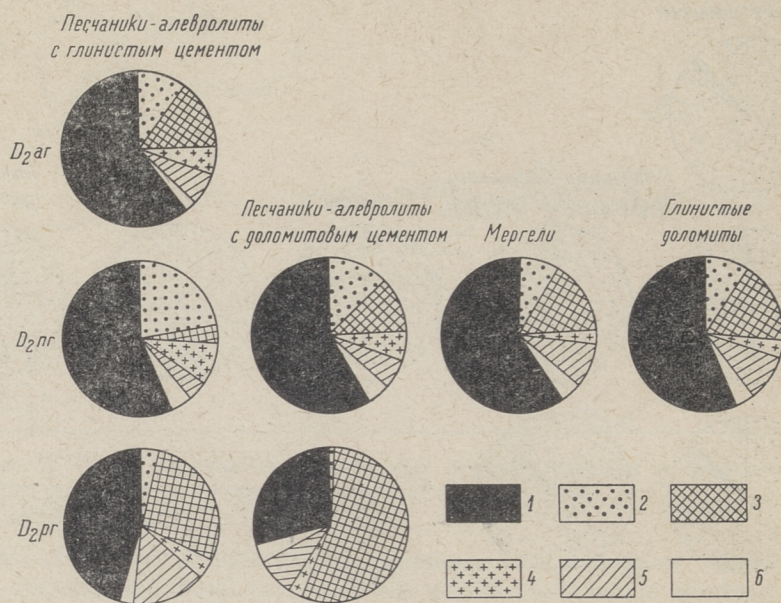


Рис. 3. Минералогический состав тяжелой фракции.
1 — черные рудные минералы; 2 — апатит; 3 — гранат; 4 — турмалин;
5 — циркон; 6 — остальные.

доминирует группа рудных минералов, которая составляет 50—60% тяжелых минералов. Преобладает ильменит, магнетита мало, а содержание лейкоксена колеблется. Последний, вероятно, образовался за счет ильменита в стадии регрессивного эпигенеза, и количество его зависит от локальных условий. Суммарное количество непрозрачных рудных минералов, к которым относится и лейкоксен, постоянное.

Из прозрачных аллотигенных минералов господствует ассоциация устойчивых минералов: апатит, турмалин, циркон, гранат. Количество апатита почти всегда превышает 20%, количество турмалина — в пределах 10%, а циркона и граната — 3—4%.

Апатит встречается в виде окатанных яйцеобразных зерен. Включений мало, иногда они сосредоточены в осевой части зерна. В некоторых случаях вокруг включений наблюдаются плеохроичные дворники. Интересной особенностью являются серые или фиолетовые пятна в зернах.

Турмалин чаще всего представлен зеленым до коричневатого Cr-турмалином, реже коричневым дравитом, синим индиколитом или серым турмалином. Иногда турмалин плеохроирует в фиолетовых тонах. Включения встречаются, но довольно редко.

Циркон представлен изометрическими окатанными зернами. Обычно зерна бесцветные, реже коричневатые или желтоватые. Иногда заметна дисперсия оптических осей.

Гранат бесцветный, иногда желтоватый, Поверхность зерна обычно покрыта интересными формами травления и разъедания.

Из остальных минералов чаще встречаются рутил и корунд. Помимо типичного темно-коричневатого рутила, имеется и коричневатосерая разновидность. Корунд наблюдается в виде неправильных розоватых, желтоватых, иногда даже зеленоватых или лиловатых зерен с раковистым изломом.

В виде единичных зерен встречаются ставролит, монацит, анатаз, брукит, титанит, цоизит, эпидот, амфиболы и пироксены.

Тяжелая фракция нерастворимого остатка мергелей более богата неустойчивыми минералами. Встречаются зерна дистена, амфиболов, пироксенов, среди последних особенно часто — гиперстена. Главная ассоциация представлена теми же минералами, что и в описанных выше алевролитах, только в несколько иных процентуальных соотношениях. Количество рудных минералов в среднем почти такое же, как и в алевролитах, хотя и подвергается большему колебанию — от 36 до 93%. Также колеблется в мергелях и содержание других минералов. Из прозрачных аллотигенных минералов, как правило, преобладает гранат (10—13%), затем следуют апатит (5—10%), циркон (3—10%) и турмалин (3—4%). Часто встречается и корунд, который иногда составляет даже до 7% тяжелых аллотигенных минералов. В некоторых же образцах корунд вообще отсутствует.

Тяжелые минералы терригенного остатка глинистых доломитов и алевритовой фракции глин имеют близкий минералогический состав с мергелями. Относительное количество граната и циркона здесь еще выше.

В глинах содержится меньше рудных минералов. Минералогический состав тяжелой фракции грубозернистых крепких песчаников с доломитовым цементом из скважины Пала сходен с составом тяжелой фракции мергелей.

Алевролиты с доломитовым цементом по составу занимают промежуточное положение. Состав их непостоянный и иногда близок к составу мергелей, а иногда — алевролитов с глинистым цементом.

Из аутигенных минералов в наровском горизонте присутствуют лимонит, пирит, барит и карбонаты. Из карбонатов чаще всего встречается доломит, реже кальцит. Сидерит встречается в виде единичных зерен. В распространении аутигенных минералов по разрезу не замечено никаких закономерностей. Состав их колеблется в широких пределах, например у гидроокисла железа — от 0,5 до 95%. Можно только отметить, что в глинах содержится больше зерен гидроокисла железа, в мергелях — барита и пирита.

Как видно из предыдущего, минералогический состав пород наровского горизонта отличается сложностью и изменчивостью, что обусловлено, очевидно, сложностью вторичных процессов диа- и эпигенеза. Эти процессы, по-видимому, существенно преобразовали породы наровского горизонта. Резкие изменения произошли в составе как легкой, так и тяжелой фракции минералов.

Гранулометрический состав, слоистость и другие характерные литологические признаки пород наровского горизонта указывают, что они отлагались в мелководном бассейне, в условиях малой подвижности воды. В начальные стадии диагенеза более интенсивные изменения претерпевали глинистые и карбонатные, относительно богатые органическим материалом породы. Произошло разрушение малоустойчивых Fe-Mg-силикатов, замещение кальцита доломитом и сидеритом. Обра-

зовался барит. Началось замещение биотита хлоритом. С доломитизацией связано разъедание кварца в мергелях.

К более поздней стадии диагенеза относится образование пирита. Наряду с этим продолжалось интенсивное преобразование слюдястых минералов. На одновременность этих процессов указывают включения пирита в хлорите. В ходе диагенеза произошло уплотнение осадка, освобождение его от воды. Сохранившаяся в породе вода, обогащаясь минеральными компонентами, циркулировала по песчаным породам. Глины и сцементированные карбонатные породы выступали в качестве водоупорных горизонтов. Карбонатные породы являлись, по-видимому, еще и минерализаторами (Шварц, 1961). Активная вода, циркулирующая в песчаных породах, преобразовала минералогический состав последних. Произошло образование форм травления граната, растворение граната, дистена, корунда, амфиболов, пироксенов и других малоустойчивых минералов. Ф. Петтиджон назвал этот процесс межпластовым растворением (Pettijohn, 1957). Нужно отметить, что песчаные горизонты, в тяжелой фракции которых апатит сильно преобладает над гранатом и цирконом, всегда подстилаются мергелистыми прослойками и лежат между прочными водоупорными горизонтами. Прослойки с аналогичным минералогическим составом встречаются местами и в арукюласком горизонте. Такие прослойки всегда связаны с мергелями. Сущность процесса межпластового растворения пока мало изучена. Кроме Ф. Петтиджона, подобные явления описали еще Ф. Смитсон, Вейл, Везенедер и др. (Коссовская, 1959 *). По исследованиям этих авторов, гранат и дистен в таких процессах выступают как неустойчивые минералы. О корунде данные отсутствуют. Конечно, трудно представить себе процессы, в течение которых большое количество граната, а также зерен корунда и дистена полностью растворяются. Поэтому к выдвинутому в настоящей статье положению о растворении граната, следует относиться, как к предположению, требующему проверки. Также нужно выяснить, почему относительное количество циркона в мергелях в большинстве случаев выше количества циркона в алевролитах. Возможно, что такое явление вызвано различными условиями отложения этих осадков и разной устойчивостью минералов к химическим и механическим агентам или объясняется различным механическим составом осадков.

Следует отметить, что в проанализированных образцах минералогический состав не всегда зависит от гранулометрического состава. Например, соотношение минералов в алевролитах с доломитовым цементом и совершенно одинаковым гранулометрическим составом может совпадать или с алевролитами с глинистым цементом, или с мергелями. Грубозернистые крепкие песчаники из скважины Пала имеют близкий минералогический состав тяжелой фракции с мергелями.

Колебание состава тяжелой фракции алевролитов с доломитовым цементом, видимо, обусловлено тем, что они цементировались в разных стадиях диагенеза.

В стадии эпигенеза произошло разъедание кварца и образование хлоритовых каемок вокруг кварцевых зерен. С эпигенетическими процессами связано также образование регенерационных каемок ортоклаза и плагиоклаза.

Позднее отложения наровского горизонта подвергались процессам

* А. Г. Коссовская. Минералогия и петрография формаций мезозойского комплекса Виллюйской впадины и Западного Верхоянья. Диссертация на соиск. уч. степени доктора наук. Москва, 1959. Рукопись. Фонды ИГЕМ.

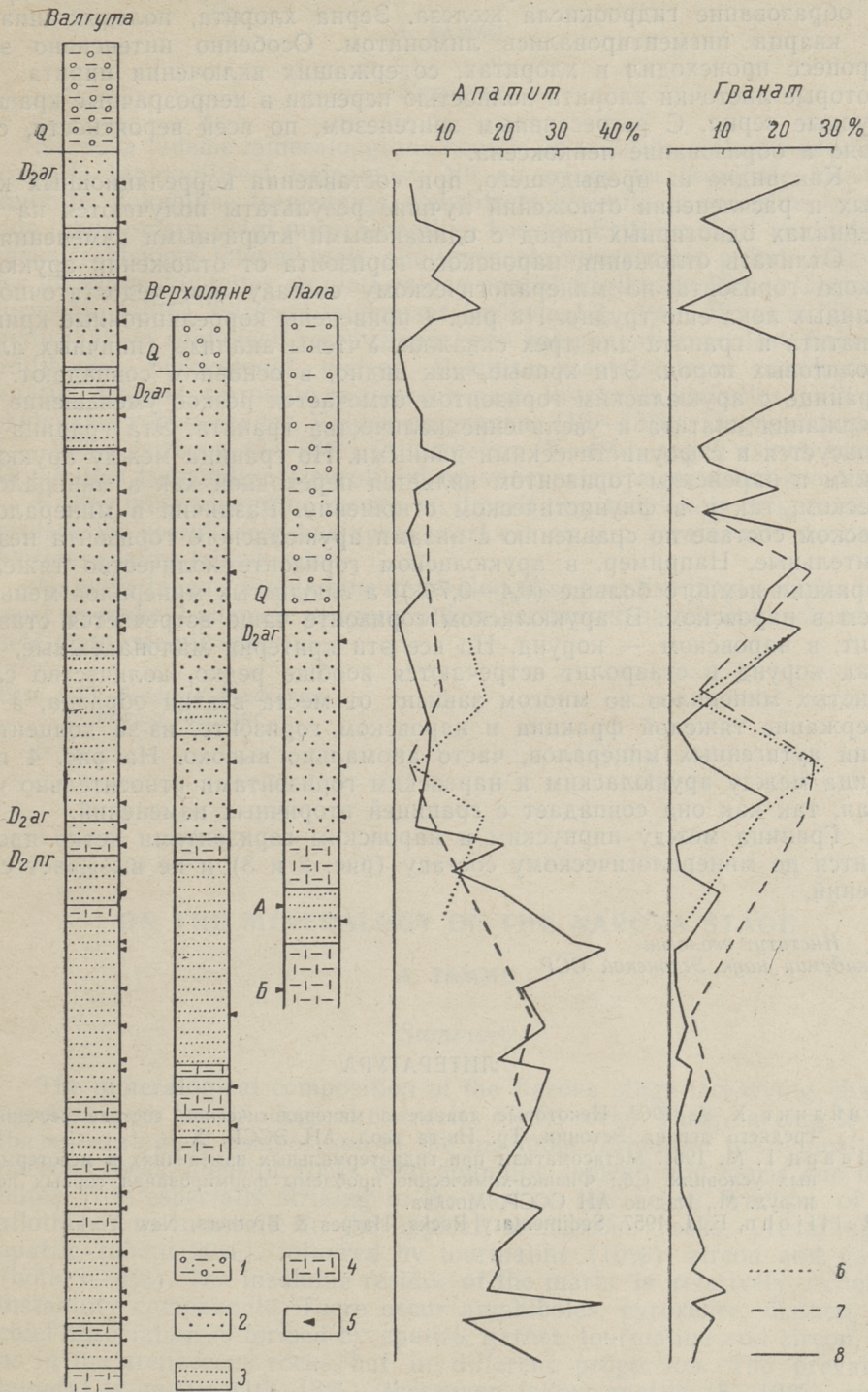


Рис. 4. Корреляционные кривые минералов.

1 — морена; 2 — песчаники; 3 — алевролиты; 4 — мергели; 5 — места взятия образцов (А, Б — пробы из прослоек крупнозернистых песчаников); 6—8 — содержание апатита и граната в скважинах Пала (6), Верхоялие (7), Валгута (8).

регрессивного эпигенеза. При этом происходило окисление пирита и образование гидроксида железа. Зерна хлорита, полевых шпатов и кварца пигментировались лимонитом. Особенно интенсивно этот процесс происходил в хлоритах, содержащих включения пирита. Некоторые листочки хлорита полностью перешли в непрозрачные красные рудные зерна. С регрессивным эпигенезом, по всей вероятности, связано и образование лейкоксена.

Как видно из предыдущего, при составлении корреляционных кривых и расчленении отложений лучшие результаты получаются на материалах однотипных пород с одинаковыми вторичными изменениями.

Отличать отложения наровского горизонта от отложений арукюлаского горизонта по минералогическому составу при недостаточности данных пока еще трудно. На рис. 4 приведены корреляционные кривые апатита и граната для трех скважин. Учтены анализы типичных алевролитовых пород. Эти кривые, как видно, в основном совпадают. На границе с арукюласким горизонтом отмечается резкое уменьшение содержания апатита и увеличение количества граната. Эта граница согласуется и с фаунистическими данными. Но граница между арукюласким и наровским горизонтом является переходной как в минералогическом, так и в фаунистическом отношении. Различия в минералогическом составе по сравнению с низами арукюлаского горизонта незначительные. Например, в арукюласком горизонте количество тяжелой фракции немного больше (0,4—0,7%), а слюдистых минералов меньше, чем в наровском. В арукюласком горизонте чаще встречается ставролит, в наровском — корунд. Но все эти критерии малонадежные, так как корунд и ставролит встречаются вообще редко, количество слюдистых минералов во многом зависит от места взятия образца, а содержание тяжелой фракции в наровском горизонте, из-за концентрации аутигенных минералов, часто аномально высоко. На рис. 4 граница между арукюласким и наровским горизонтами относительно четкая, так как она совпадает с границей вторичных изменений.

Граница между пярнуским и наровским горизонтами четко проводится по минералогическому составу (рис. 2 и 3) и не вызывает сомнений.

*Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР*

ЛИТЕРАТУРА

- Вийдинг Х. А. 1962. Некоторые данные о минералогическом составе песчаников среднего девона Эстонии. Тр. Ин-та геол. АН ЭССР, X.
- Шварц Г. М. 1961. Метасоматизм при гидротермальных изменениях в мезотермальных условиях. Сб.: Физико-химические проблемы формирования горных пород и руд. М., Изд-во АН СССР, Москва.
- Pettijohn, F. J. 1957. Sedimentary Rocks. Harper & Brothers, New York.

NAROOVA LADEME MINERALOOGIAST

A. TAMME

Resümee

Narova lademe mineraloogiline koostis on muutlik, sõltudes peamiselt kivimite litoloogilisest iseloomust. Nii on erinev ka tüüpiliste liivakate kivimite, dolomiitse tsemendiga aleuriitsete kivimite ja merglite-dolomiitide lahustumatu jäägi mineraloogiline koostis. Eriti ilmekalt avaldub see raske fraktsiooni läbipaistvate allotigeensete mineraalide puhul. Tüüpilistes liivakates kivimites on alati valdav apatiit (ligikaudu 20%), järgnevad turmaliin (10%), tsirkoon ja granaat (mõlemad 3—4%). Merglite lahustumatu jääk on suhteliselt rikas ebapüsivate komponentide poolest. Esinevad amfiboolid, pürokseenid, disteen. Peamise assotsiatsiooni moodustavad apatiit, granaat, turmaliin ja tsirkoon nagu liivakates kivimites, kuid juba erinevates vahekordades. Valdav on granaat (10—13%), järgnevad apatiit (5—10%), tsirkoon (3—10%) ja turmaliin (3—4%), sageli esineb korund. Dolomiitse tsemendiga aleuroliidid on vahepealse ja muutliku koostisega.

Erinev mineraloogiline koostis on ilmselt tingitud dia- ja epigeneetiliste protsesside keerukusest, kusjuures suurt osa on siin arvatavasti etendanud kihtidevaheline lahustumine.

Narova lademe eraldamine mineraloogilise koostise järgi aruküla lademest on raske. Lademetes piir puursüdamikes langeb sageli ühte sekundaarsete muutuste piiriga.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Geoloogia Instituut*

ON THE MINERALOGY OF THE NAROVA STAGE

A. TAMME

Summary

The mineralogical composition of the Narova stage is varying, mainly depending on the lithological character of the rocks. Thus, varying is also the mineralogical composition of the insoluble residue of the typical arenaceous rocks, aleuritic rocks with dolomitic cement, and marls and dolomites. It is especially striking in the part of the heavy fraction of the allothigenous minerals. In the typical arenaceous rocks, prevailing is apatite (about 20%), followed by tourmaline (10%), zircon and garnet (both 3—4%). The insoluble residue of the marls is relatively richer in instability components. There occur amphiboles, pyroxenes, disthen. The chief association is formed by apatite, garnet, tourmaline and zircon, just as in the arenaceous rocks, but in different proportion. The prevailing mineral is garnet (10—13%), thereupon follow apatite (5—10%), zircon (3—10%) and tourmaline (3—4%). Corundum is also of frequent occurrence. The aleurolites with dolomitic cement are intermediate and changeable as to their composition.

The difference in the mineralogical composition is obviously dependent on the intricate character of the dia- and epigenetic processes, and a great part is enacted here by interstratal solution.

It is difficult to differentiate the rocks of the Narova stage from those of the Aruküla stage on the basis of mineralogical composition. In the cores, the boundary of these stages often coincides with the boundary of secondary changes.

Academy of Sciences of the Estonian S. S. R.,
Institute of Geology

ON THE MINERALOGY OF THE NAROVA STAGE

A. TAMME

Summary

The mineralogical composition of the Narova stage is variable, mainly depending on the lithological character of the rocks. Thus, varying is also the mineralogical composition of the insoluble residue of the typical staurolite rocks, mainly those with dolomite cement and quartz and dolomite. It is especially striking in the part of the heavy fraction of the staurolite rocks, in the typical staurolite rocks, prevailing is albite (about 20%), followed by tourmaline (10%), zircon and garnet (both 3-4%). The insoluble residue of the matrix is relatively rich in instably components. There occur amphiboles, pyroxenes, diagenetic, and other components. The staurolite rocks are formed by apatite, garnet, tourmaline and zircon, just as in the staurolite rocks, but in different proportion. The prevailing mineral is garnet (10-15%), then tourmaline (5-10%), zircon (3-4%) and tourmaline (3-4%). Corundum is also of frequent occurrence. The staurolite with dolomite cement are intermediate and changeable as to their composition.