

ISSN 0494-7304 0082-1756

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI
TOIMETISED

УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ

ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

759

ЛИТОЛОГИЯ ПЛАТФОРМЕННЫХ
ПОРОД ЭСТОНИИ

Труды по геологии

X



TARTU 1986

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД ТРЕМАДОКА ЭСТОНИИ

А.Р. Лоог, В.Х. Петерсель

Трансгрессирующее тремадокское море на северо-западе Русской плиты являлось мелководным эпиконтинентальным бассейном, где отлагались пески и глинистые илы. На характер осадконакопления и особенно на литификацию влияло массовое развитие организмов в водах тремадокского палеобассейна. В прибрежной песчаной фации в условиях хорошей аэрации воды обитали беззамковые брахиоподы, фосфатные створки которых и их скопления местами образовали затем биогенные фосфориты. В более удаленных от берега частях бассейна накапливались глинистые илы. В этой фации условия для жизни беззамковых брахиопод были неблагоприятными. В илах была захоронена большая масса планктонных организмов и пелагических граптолитов. В процессе диагенеза образовался своеобразный биолит-граптолитовый аргиллит. Эта порода является низкокачественным горючим сланцем.

Геологическая информация для фациальных реконструкций в деталях противоречива. Но в песчано-алевритовой и глинистой фации встречаются довольно хорошие минеральные индикаторы (глауконит, тонкодиспергированный кварц и калиевые полевые шпаты). Мы попытались выявить дополнительные геохимические показатели образования этих отложений (фациальных обстановок). Для этого нами подробно геохимически охарактеризованы основные типы пород /Петерсель и др., 1981/. Выяснено распределение малых элементов по разрезу и по площади, так как в комплекс наиболее важных критериев индикации условий осадконакопления для биолитов входят количественные данные о фоновом содержании химических элементов /Лукашев, 1972/. На основе изменения содержания элементов и парной корреляции выявлены концентраторы малых элементов, положительные связи между минеральными и другими компонентами (органическое вещество). Путем построения ряда подвижности выявилась такая последовательность, где элементы, стоявшие

рядом, имеют друг с другом максимальную положительную корреляцию /Петерсель и др., 1981, 1986/.

Мы попытались установить роль терригенного материала в составе биолитов (фосфоритов и граптолитовых аргиллитов) и связанные с ними элементы, имеющие индикационное значение /Янов, 1980/.

Отложения песчано-алевритовой толщи сложены в основном кварцем (до 90 % и более) и полевым шпатом (калиевые полевые шпаты и плагиоклазы) – до 10 %. Повсеместно в них наблюдаются фосфатные створки или их обломки. В легкой фракции встречаются еще глауконит (до 1 %) – характерный индикатор нормально морского литогенеза – и единичные листочки слюд. Весовое содержание тяжелой фракции составляет до 1 %. Из прозрачных аллотигенных минералов встречаются циркон, турмалин, монацит и др. Содержание минералов железа и титана в тяжелой фракции местами довольно высокое. Редко встречаются галенит и сфалерит.

В песчаниках и алевролитах в повышенных по сравнению с кларком содержаниях встречаются P и F, а также Y, Ln, Sr, Mo, Re, Sb, As, Se, Ag и др. Первые из них – Y, Ln и Sr, а также F – выходят изоморфно в кристаллическую решетку фосфатного минерала створок беззамковых брахиопод. Положительная корреляционная связь Mo, As, Ag и др. элементов в песчаниках с Fe позволяет предположить их связи с пиритом или окисленными его разновидностями /Петерсель и др., 1986/.

Аргиллиты характеризуются постоянным минеральным составом. Они содержат кристаллическое минеральное составляющее (65–70 %), пропитывающее глинистые минералы, органическое вещество (10–20 %) и рентгеноморфный материал (Al + Si + K) до 20 %. Среди кристаллического материала преобладают кварц (15 %), слюды (35 %), гидрослюды, разбухающая гидрослюда, монтмориллонит-гидрослюда, мусковит, хлорит (30 % от всей массы породы) и калиевые полевые шпаты (25–30 %). В алевролитовых прослоях везде неравномерно распределяются пирит, нередко сфалерит, галенит, а также обломки створок беззамковых брахиопод, карбонатные минералы, циркон, турмалин и др. По сравнению со средним содержанием в глинах аргиллиты характеризуются повышенным содержанием K и S, пониженным содержанием Na и Ca. В них известно более 15 малых элементов, содержание которых превышает кларк в 1,5–100 и более раз. Среди них Mo, V, Re и некоторые другие элементы образуют с органикой положительную корреляцию. Zn,

Cu, Pb, Ni, As, Bi, Tl и Ag концентрируются в пирите, их содержание в нем в 2,5-5 и более раз выше, чем во вмещающих сланцах.

Содержание в сланцах Pb, Th и Sr на больших площадях - близкое к кларку и выдержанное. Характер распределения этих элементов, а также органики и породообразующих минералов свидетельствует о выдержанных условиях привноса, дифференциации и осаждения в бассейне. На этом фоне неравномерное накопление Zn, Mo, V, Re, Cu, Pb и др. элементов трудно объяснить только биогенными факторами.

В сланцевых глинах цератописигиевого горизонта пелитовый материал составляет 70-77%. В глинах встречаются невыдержанные прослои и гнезда более крупнозернистого песчаного и алевроитового материала, который представлен в основном глауконитовыми и кварцевыми зернами, кристалликами и конкрециями пирита. В минеральном составе глин преобладают гидрослюды (85-95%), в небольшом количестве присутствует хлорит. В легкой фракции частиц крупноалевритовой размерности встречаются кварц (35-65%), глауконит (20-45%), полевые шпаты (6-20%) и листочки слюд. Содержание минералов тяжелой фракции обычно малое - несколько десятых долей процента. Сланцеватые глины характеризуются повышенным содержанием K, а также Mo, V, Re и некоторых других элементов.

Большой интерес вызывает количественное распределение калия. Если принять за основу минеральный состав аргиллитов, то по подсчетам содержание K в аргиллитах не должно превышать 4-5%. В действительности его содержание доходит до 6-8%. Наиболее вероятно, что рентгеноаморфное вещество представлено также богатым калиевым материалом.

Обычно в зоне гипергенеза выносимый в растворенном виде из областей питания калий не попадает в бассейн осадконакопления, а захватывается минеральными (глинистые частицы) и органическими коллоидами. В бассейне должен образоваться дефицит калия. В тремадокском палеобассейне в фации глинистых илов появился, наоборот, большой избыток калия по сравнению со средним составом глин на Русской платформе.

Повышенное и равномерное содержание калия, выдержанность соотношения SiO_2/Al_2O_3 , а также близкларковых содержаний Pb, Th и Sr на большой площади, с одной стороны, и наличие повышенных концентраций Mo, V, Re, U и др. элементов и контрастных локальных аномалий Zn, Pb, Cu, Ag и др. элементов, с другой стороны, указывают на разные условия осадконакопления.

В качестве индикаторов осадконакопления несомненный интерес представляют характер и закономерности распределения в граптолитовых аргиллитах элементных пар Ca-Sr; K-Rb и Rb-Sr, а также U-Th; Mo-Rb и V-Rb. По миграционным способностям в водной среде эти элементы отличаются. Они отличаются также по условиям осаждения /Перельман, 1972/. По мере движения с запада на восток пары элементов с близкими миграционными свойствами Ca-Sr и K-Rb ведут себя идентично. Их отношения выдержаны или незначительно уменьшаются до района Средней Эстонии и дальше на северо-восток. В аргиллитах цераптопигиевого горизонта эти отношения увеличиваются. Отношение элементов с отличающимися миграционными свойствами Rb, Sr более однозначно подчеркивает эту тенденцию. По мере приближения к береговым частям бассейна их отношения постепенно увеличиваются. Таким образом, анализ поведения элементных пар Ca-Sr, K-Rb и Rb-Sr позволяет говорить о близких, сходных условиях накопления граптолитовых илов. Этому выводу противоречит анализ содержания и закономерностей распределения элементных пар Mo-Rb, U-Th и V-Rb. Отношения этих элементных пар ведут себя идентично. По вышеупомянутому профилю, с запада, до Средней Эстонии они почти в 2-3 раза увеличиваются, но дальше на северо-восток заметно (до 4 раз) уменьшаются. Согласно А. Перельману /1972/ U, Mo и V осаждаются на сероводородных барьерах. По-видимому, донные горизонты воды палеобассейна характеризовались высоким содержанием сероводорода и действовали в качестве геохимических барьеров, вызывая очень резкие градиенты изменения осаждения элементных пар U-Th, Mo-Rb и V-Rb. В пользу сероводородной среды в придонных слоях воды палеобассейна говорит, бесспорно, и высокое содержание серы в граптолитовых аргиллитах.

Ранее было уже сказано, что в граптолитовых аргиллитах установлены контрастные аномалии Zn, Pb, а также Ag, Cu и др. элементов. Из-за очень редкой сети буровых скважин морфология и распространенность этих аномалий однозначно не установлены. По имеющимся данным они в большей части тяготеют к субширотной полосе предполагаемой центральной части палеобассейна. По разрезу они приурочены к отдельным более алевритистым прослоям мощностью до 2-5 см, редко больше, с которыми связаны также маломощные (до 3 мм) галенит-сфалеритовые прослойные прожилки. Содержание сфалерита, реже галенита в прослоях достигает 3-5 %. Любопытно, что мономинер-

ральный пирит из этих прослоев характеризуется аномально высоким содержанием Zn, Pb, Ag, Au, Tl, Bi, а нередко также Mo, Ni, Cd, Cu. Образование этих контрастных локальных аномалий объяснимо также сероводородными или др. щелочными барьерами.

Естественно, большой интерес представляют источники поступления в палеобассейн калия и тяжелых металлов. Такие содержания калия и тяжелых металлов в граптолитовых аргиллитах трудно объяснить их осаждением из более или менее нормальной морской воды. Предполагается, что неравномерное поступление металлов в палеобассейн связано с подводными глубинными источниками вдоль субширотной полосы тектонических нарушений стадии Каледонской активизации северо-запада Русской платформы.

По всей вероятности, индикаторное значение (дальность от берега) имеет отношение U-Th в промышленных фосфоритах и в оболочках песчаниках тремадока, в которых оно соответственно составляет 6-8 и 3-4. В толще граптолитовых аргиллитов это отношение доходило до 16, при этом наблюдается уменьшение в сторону берега.

Каков механизм накопления малых элементов?

В этом бассейне концентрация растворенных в воде фосфатов и малых элементов была не слишком высокой. Но в бассейн непрерывно поступали соединения, пополняющие запасы растворенного в воде фосфата и малых элементов.

Накопление фосфатов и органического вещества в осадках обусловило и концентрацию многих малых элементов (Mo, V, Pb, Th и др.). Основными факторами, вызывающими эту концентрацию, являлись адсорбция и биологические процессы.

В фосфатных створках обolid происходила синегенетическая концентрация редких и рассеянных элементов. Брахиоподы извлекали непосредственно из морской воды пятиокись фосфора и использовали для построения своих створок. Трудно только судить, в каких количествах малые элементы накапливались при жизни организмов (в планктоне, граптолитах, створках брахиопод), сколько при преобразовании органического вещества. Частично возможна и более поздняя адсорбция фосфатным веществом. Редкие земли, иттрий, стронций и некоторые другие элементы присутствуют в фосфатном материале, из которого сложены створки в форме изоморфных примесей. В разных фациях тремадокского палеобассейна накапливались элементы в зависимости от различий миграционной способности, характера вод и

геохимических барьеров. Так, в граптолитовых илах накапливались элементы, которые хорошо мигрируют в кислых водах в окислительной обстановке, а попадая в восстановительную обстановку, осаждаются на щелочных и сероводородных барьерах. Соответственно Zn, Cu, Ni, Pb и V, Mo, Se, U, Re. При этом на геохимическую историю Zn, Cu, V, Mo и Se существенно влияло биогенное накопление.

В песчаной фации, где обитали беззамковые брахиоподы, накапливались в основном сравнительно слабоподвижные и инертные элементы F, P, Y, редкие земли, в истории которых также основную роль играет биогенное накопление.

Какова роль терригенного материала сноса в накоплении в песчано-алевролитовой толще и граптолитовых илах различных химических элементов? Парные коэффициенты корреляции между минеральными компонентами и химическими элементами указывают, что роль типичного терригенного материала в накоплении химических элементов в своеобразных биолитах-оболочных фосфоритах и граптолитовых аргиллитах невелика.

Литература

- Лукашев В. Геохимические индикаторы процессов гипергенеза и осадкообразования. - Минск, 1972. - 318 с.
- Перельман А. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. - М., 1972. - 288 с.
- Петерсель В., Минеев Д., Лоог А. О минералогии и геохимии оболочных песчаников и диктионемовых сланцев Северной Эстонии//Уч. зап./Тарт. ун-т. - 1981. - Вып. 561: Труды по геологии. - Т. IX. - С. 30-49.
- Петерсель В., Лоог А., Минеев Д., Петунина О. Фтор, стронций и редкие земли в фосфоритах Раквереского фосфоритоносного района//Уч. зап./Тарт. ун-т. - 1986. - Вып.: Труды по геологии. - Т. X. - С. 27-55.
- Янов Э. Использование геохимических данных при палеогеографическом анализе//Советская геология. - 1980. - № I. - С. 66-75.

GEOCHEMICAL INDICATORS OF TERRIGENOUS SEDIMENTS
FORMING THE TREMADOC IN ESTONIA

A. Loog, V. Petersell

S u m m a r y

Accumulation of elements in different facies of the Tremadoc paleobasin took place in dependence of their different migration ability, character of waters and geochemical barriers.

Relatively less mobile and inert elements, such as F, P, Y and rare-earths accumulated in sandy facies. Biogenic accumulation played the leading role here.

In graptolitic meeds the elements, which easily migrate in acid water under oxidizing conditions accumulated, though in reductive medium they settle on alkaline and hydrosulphuric barriers (Zn, Cu, Ni, Pb, V, Mo, Se, U, Re).

At that the biogenic accumulation has considerably affected the geochemical history of Zn, Cu, V, Mo and Se.

It is assumed that unequal input of metals into the paleobasin is related to subwater deep-seated sources along sublatitudinal zone of tectonical deformations.