

УДК 553.98(470.4/.5)

Д.Д. Кожанов¹, И.С. Хопта²

¹МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²ПГНИУ, г. Пермь

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ВЕРХНЕПРОТЕРОЗОЙСКИХ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ТОЛЩ

В статье приводится обобщение литературных данных отечественных и зарубежных исследователей по вопросу геолого-геохимических условий образования и преобразования исходного органического вещества древних верхнепротерозойских толщ, а также ключевые моменты в понимании процессов их накопления на рубеже рифея и венда.

Ключевые слова: протерозой, нефтематеринские толщи, органическое вещество, биомаркеры.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.103

Активное изучение органического вещества древних протерозойских толщ в Волго-Уральском нефтегазоносном бассейне (ВУ НГБ) началось сравнительно недавно. В настоящее время продолжается бурение глубоких и сверхглубоких скважин с целью изучения строения базального авлакогенового комплекса бассейна как с точки зрения тектоно-стратиграфических условий накопления этих толщ, так и с целью установления возможной нефтегазоносности этих древних глубокопогруженных отложений.

Так, для выделения элементов рифей-вендской генерационно-аккумуляционной углеводородной системы (ГАУС: нефтематеринская порода, толщи рассеивания, коллектор, покрывка) активно применяются геохимические методы анализа. Однако, использование их осложняется значительной длительностью осадконакопления (более 1 млрд. лет), а, следовательно, и разнообразием геолого-геохимических обстановок образования и преобразования органического вещества (ОВ) этих отложений. Помимо прочего, до сих пор нет исчерпывающих данных для идентификации углеводородов (УВ), генерированных древними рифей-вендскими толщами как для ВУ НГБ, так и для всего верхнепротерозойского комплекса в целом.

Рассмотренные литературные данные по вопросу условий образования и преобразования исходного ОВ верхнепротерозойского комплекса, его геохимических характеристик с использованием данных об индивидуальных биомаркерах (хемофосилиях), позволяют определить группу геохимических обоснований для возможной идентификации УВ, генерированных древними

рифей-вендскими нефтематеринскими толщами (НМТ).

Для того чтобы корректно интерпретировать геохимические данные, основанные на биомаркерном анализе необходимо определить основные моменты процессов осадконакопления в позднем протерозое на рубеже рифея и венда, которые заключаются в следующем:

1. Обстановки осадконакопления: глубоководные-относительно-глубоководные нормально аэрированные морские грабенообразные прогибы и прибрежные зоны с нормальной и повышенной соленостью [1,2];
2. Продуценты: сине-зеленые водоросли, акритархи, проартикуляты, строматолиты, грибы и др;
3. Условия протекания фотосинтеза: световая фаза (на глубинах до 250 м), темновая фаза (синтез глюкозы и других мономеров сложных органических соединений - аминокислоты, глицерина и жирных кислот, нуклеотидов);
4. CO_2 и H_2S заражение: наличие углекислого газа подтверждается тектономагматическими процессами, распространенными в AR-PR время, сероводородное заражение присутствовало в большей части протерозойских бассейнов, однако было не повсеместно.

Среди геохимических и биомаркерных особенностей наиболее достоверно прослеживаются следующие:

1. Нормальные и изоалканы немногочисленны, однако преобладают над циклоалканами в докембрийских нефтях за счет низкой термической устойчивости этих углеводородов по сравнению с изо- и н-алканами [8];
2. Отношение $\text{Pr}/\text{Ph} < 1$, $\text{HЧ}/\text{Ч} < 1$; высокие значения процентного содержания $n\text{-C}_{17}$ [11];
3. Присутствие металлопорфириновых комплексов (за счет различных обстановок диагенеза) [8];
4. R-V УВ характеризуются минимальными значениями коэффициента адиантан/гопан – в среднем 0,45 и максимальными соотношением $\text{C}_{29} + \text{C}_{30} / \text{C}_{27}$ равным 5-8, наиболее резким преобладанием ситостанов C_{29} среди стеранов [8];
5. Высокое отношение содержания гомоцеранов (изомер гопана H_{30}) к гопану H_{30} – более 10%, за счет присутствия в общей массе исходного ОВ стеногалинных галофильных бактерий [8];
6. Наличие III пиролитического типа ОВ обусловлено нарастающей ароматизацией образующегося керогена за счет полимеризации ненасыщенных жирных кислот [3] сине-зеленых водорослей [5-7,9-10] во время диагенеза богатого органическими веществами осадка с последующим метаморфизмом;
7. Andrusevich et al. (1998) [4] считают, что в периоды докембрия и палеозоя, кероген в отложениях (от -31 до -35 %) был обогащен более устойчивыми липидами с низким содержанием ^{13}C , поскольку богатые ^{13}C углеводы и белки

легко разлагались во время диагенеза органического фитопланктона.

Таким образом ОВ и УВ, генерированные древними рифей-вендскими НМТ имели специфичные условия образования и преобразования, что обусловило их индивидуальную геохимическую специализацию. Дальнейшее изучение вклада верхнепротерозойских НМТ необходимо для понимания процессов формирования нефтегазоносности крупных нефтегазоносных бассейнов древнего заложения (ВУ НГБ). В связи с этим, указанные данные могут служить методологической основой для идентификации рифей-вендских УВ как внутри самого комплекса, так и за его пределами.

Библиографический список:

1. *Иванова Т.В., Клевцова А.А.* Литолого-геохимические особенности рифейских отложений востока Русской платформы // Вопросы литологии нефтегазоносных комплексов Урало-Поволжья. М.: ВНИГНИ, 1972. С. 6-30
2. *Сергеев В. Н., Сергеева Н. Д., Сперлинг Э. А., Мукунд Ш., Воробьева Н. Г.* Микробиота калтасинской свиты нижнего рифея Волго-Уральской области в свете новой концепции оксигенизации протерозойского океана // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. 2018.- №12.- С. 147-156
3. *Abelson P.H., 1967.* Conversion of biochemicals to kerogen and n-paraffins. In: P.H. Abelson (Editor), *Researches in Geochemistry*, 2. Wiley, New York, N.Y., pp.63-86
4. *Andrusevich, V. E., Engel, M. H., Zumberge, J. E. And Brothers, L. A. (1998)* Secular, episodic changes in stable carbon isotope composition of crude oils. *Chemical Geology*, 152, 59-72
5. *Holton, R.W., Blecker, H.H. and Stevens, T.S., 1968.* Fatty acids in blue--green algae: possible relation to phylogenetic position, *Science*, 160: 545-547
6. *Kenyon, C.N. and Stanier; R.Y., 1970.* Possible evolutionary significance of polyunsaturated fatty acids in blue--green algae. *Nature*, 227: 1164-1166.
7. *Margulis, L., 1969.* New phylogenies of the lower organisms: possible relation to organic deposits in Precambrian sediment. *J. Geol.*, 77:606-617
8. *McKIRDY D.M.* Organic geochemistry in precambrian research. *Precambrian Research*, 1 (1974). pp. 75-137
9. *Parker, P.L. and Leo, R.F., 1965.* Fatty acids in blue--green algal mat communities. *Science*, 148:373—374
10. *Parker, P.L., Van Baalen, C. and Maurer, L., 1967.* Fatty acids in eleven species of blue-green algae: geochemical significance. *Science*, 155:707--708.
11. *Peters, Kenneth E.* The biomarker guide. – 2nd ed. / K. E. Peters, C. C. Walters, and J. M. Moldowan.

GEOCHEMICAL CRITERIA FOR POSSIBLE IDENTIFICATION OF HYDROCARBONS GENERATED BY UPPER PROTEROZOIC SOURCE ROCK

D.D. Kozhanov, I.S. Khopta

dimitriykozz@gmail.com

The article summarizes the literature data of domestic and foreign researchers on the geological and geochemical conditions of the formation and transformation of the original organic matter of ancient Upper Proterozoic strata, as well as key points in understanding the processes of their accumulation at the R-V boundary.

Keywords: Proterozoic, organic matter, oil source strata, biomarkers.