

Мишунина З. А. Литогенез органического вещества и первичная миграция нефти в карбонатных формациях Л. 1978. 152 с.

Макарихин В. В., Кононова Г. М. Фитолиты нижнего протерозоя Карелии. Л., 1983. С. 67, 136–138.

Седиментационные проявления антраксолитов в отложениях нижнего протерозоя Онежской структуры

Филиппов М. М.¹, Мележик В. А.², Рычанчик Д. В.¹

¹Институт геологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, e-mail: filippov@krc.karelia.ru

²Геологическая служба Норвегии, г. Трондхейм, e-mail: victor.melezhik@ngu.no

В 1956 г. В. В. Яковлевой [1] в туфосланцах кондопожской свиты калевийского надгоризонта впервые были обнаружены специфические по форме проявления высших антраксолитов. Эти находки интерпретировались тогда как «проблематичные органические остатки».

В строении свиты принимают участие конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты и аргиллиты, которые, переслаиваясь, образуют ритмы различной мощности: от первых сантиметров до десяти метров. Обычно наблюдаются следы размыва в верхней части ритмов, гиероглифы, водно-оползневые складки и мелкие внутрислоевые смещения. Антраксолиты – включения, линзовидные в разрезе и округлые или вытянутые в плане (фото), диаметром до 10 см, толщиной не более 5 см, разбиты сетью трещин синерезиса, заполненных кальцитом, хлоритом, окислами железа. Для всех обособлений характерна параллелепипедальная отдельность. Состав: С – 86,02%, Н – 0,13%, S – 10,44%, N+O – 3,81%; влага – 2,14%, зола – 11,83% (на сухое вещество); сера пиритная – 0,18%; летучие, в расчете на органическое вещество, – 9,22%. Плотность – до 2,1 г/см³. $\delta^{13}\text{C}$ от –32,9 до –39,1‰.

В опорном разрезе свиты антраксолитсодержащий горизонт мощностью около 80 м уверенно фиксируется визуально и по данным каротажа. Он имеет широкое площадное распространение и может рассматриваться в качестве надежного стратиграфического репера.

Для докембрия проявления нигозерских битумов являются уникальными. Их изучение углубляет общее представление о явлении, которое теперь называется как «феномен «Шуньга»». Это эпоха массового накопления органического вещества в палеопротерозое Земли, которая наиболее отчетливо проявилась на территории Онежской структуры. Без тщательного исследования кондопожского периода эпигенеза органического вещества феномен «Шуньга» в полной мере не будет понятен. Большинство исследователей рассматривают их как результат высачивания углеводородов из ловушек, сформированных в породах суйсарской и заонежской свит, и последующего отложения в бассейне кондопожского времени.

Проявления антраксолита З. А. Мишуниной [2] впервые интерпретированы как своеобразные антраксолитовые стяжения, «вторичные включения», образованные после углефикации «плавающих на поверхности вод суйсарского бассейна сгустков тяжелой нефти». В более поздних работах других авторов было показано, что в их составе много окатанного материала вмещающих пород, захваченного битумом при его захоронении в условиях мелководной, волноприбойной зоны, то есть, подтвержден переотложенный генезис битумов.

Примеры аналогичных проявлений природных битумов нередки: в глине нижнего кембрия и в ордовикском кукерсите Прибалтики описаны обособления битумов, «лепешки», которые отождествляются с асфальтитами по закированной нефти. При этом во вмещающей породе следы миграции углеводородов отсутствуют; подобные находки, похожие на гальку, известны и в известняках нижнего силура Ленинградской области. Большинство исследователей связывают происхождение асфальтовых «лепешек» с процессом переотложения размывших древних, по отношению к вмещающим породам, асфальтовых жил. Современным генетическим аналогом нигозерских проявлений высших антраксолитов могут быть также известные плавающие блоки асфальта Мертвого моря [3]. Источником асфальта являются вязкие углеводороды, высачивающиеся по трещинам и разломам. Блоки встречаются самых разных размеров, некоторые из которых весят более 100 тонн, описаны

также блоки в виде островов, на которых одновременно могли размещаться до 70 человек. Удельный вес асфальта $1,115 \text{ г/см}^3$, он плавает, поскольку плотность воды Мертвого моря $1,230 \text{ г/см}^3$. Происхождение углеводородов связывают с органическим веществом горючих сланцев верхнего мела. Аналогичные проявления плавающего асфальта известны в оз. Танганьика и в Великом Соленом Озере, США, штат Юта. Месторождения асфальтитов Сан Рафаэль (штат Юта, США) представлено включениями в юрских конгломератах и песчаниках; известны также находки галек альбертита в конгломератах (Новый Брауншвейг).

В шунгитоносных породах людиковия и калевия $\delta^{13}\text{C}$ шунгитового вещества колеблется от $-17,4$ до $-44,4\%$, при этом среднее значение для верхней части разреза заонежской свиты, второй пачки, составляет $-31,7\%$, для третьей $-33,4\%$, а для нигозеритов месторождения Нигозеро $-33,1\%$. Такая близость значений $\delta^{13}\text{C}$ может служить дополнительным признаком переотложенного генезиса шунгитового вещества калевийских пород: очевидно, что источником терригенного шунгитоносного материала в первую очередь служили верхние горизонты заонежской свиты.

Действительно, данные по изотопному составу углерода шунгитового вещества пород заонежской свиты и антраксолитов, полученные в лабораториях Германии, США и Англии [4,5,6], свидетельствуют, во-первых, о том, что при движении вверх по разрезу $\delta^{13}\text{C}$ существенно меняется (от $-26,4$ до $-39,5\%$ – для разреза Максовского месторождения) и, во-вторых, что не все антраксолиты по $\delta^{13}\text{C}$ контрастно отличаются от потенциальных материнских пород (шунгиты и антраксолиты Шуньгского месторождения имеют практически одинаковые значения $\delta^{13}\text{C}$, соответственно $-37,07$ и $-37,36\%$). Очевидно, что доля миграционного органического вещества (углеводородов) в шунгитоносных породах верхних частей разреза заонежской свиты очень большая, причем оно первоначально было частично газообразным. Без этого предположения трудно объяснить очень легкий изотопный состав углерода пород и антраксолитов Нигозерского месторождения.

Косвенным признаком огромных объемов генерации углеводородов в заонежских образованиях, может служить легкий изотопный состав углерода карбонатных пород калевия ($\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ до $-17,6\%$). Минимум значений $\delta^{13}\text{C}$ совпадает с максимальными концентрациями антраксолитовых включений в отложениях кондопожской свиты. Отрицательные значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$, достигающие до $-11,8\%$, становятся устойчивыми уже к верхней части заонежской свиты, что объясняется существованием мощного источника органического углерода, имеющего низкие значения $\delta^{13}\text{C}$. Последствие заонежского резервуара проявляется в составе и суйсарских, и кондопожских карбонатных пород. Для суйсарских карбонатных конкреций $\delta^{13}\text{C}$ достигает $-12,4\%$, в нижней части кондопожской свиты карбонатные породы имеют $-18,1$, а в верхней $-14,9\%$. Нормальный изотопный состав карбонатных пород ($\delta^{13}\text{C}$ близкое к нулю) становится лишь к верхам вашозерской свиты. Поскольку ни суйсарские, ни кондопожские отложения не имеют значимых количеств сингенетического органического вещества, то аномалии можно объяснить лишь длительным влиянием эпохи его массового накопления в заонежское время. В процессе катагенеза и метаморфизма оно длительное время продуцировало жидкие и газообразные углеводороды и CO_2 , которые частично и были ассимилированы карбонатными породами.

Аналогичная закономерность известна для отложений нижнего протерозоя КМА: отрицательная аномалия изотопного состава углерода карбонатных пород наблюдается не во время накопления органического вещества (рыльская свита), а в последующий период (в тимской свите). Известно также, что карбонатные породы и бикарбонаты пластовых вод над нефтяными залежами обычно имеют легкий изотопный состав углерода. Поскольку максимум выхода газовой компоненты приходится на этап мезокатагенеза, а ее общее количество в этот период достигает 30% от исходного органического вещества, то можно предполагать, что временное распределение количества катагенетических углеводородов коррелирует с распределением изотопного состава свободного и карбонатного углерода более молодых отложений.

В нигозерском антраксолите присутствуют силикаты состава Al-Si-Mg-Fe-K-V с высоким содержанием железа (от 2,5 до 22,9 вес.%), кварц, хлорит, кальцит и плагиоклаз. Это мелкие окатанные частицы, характерные и для вмещающих пород. Сульфидные включения в антраксолите не обнаружены.

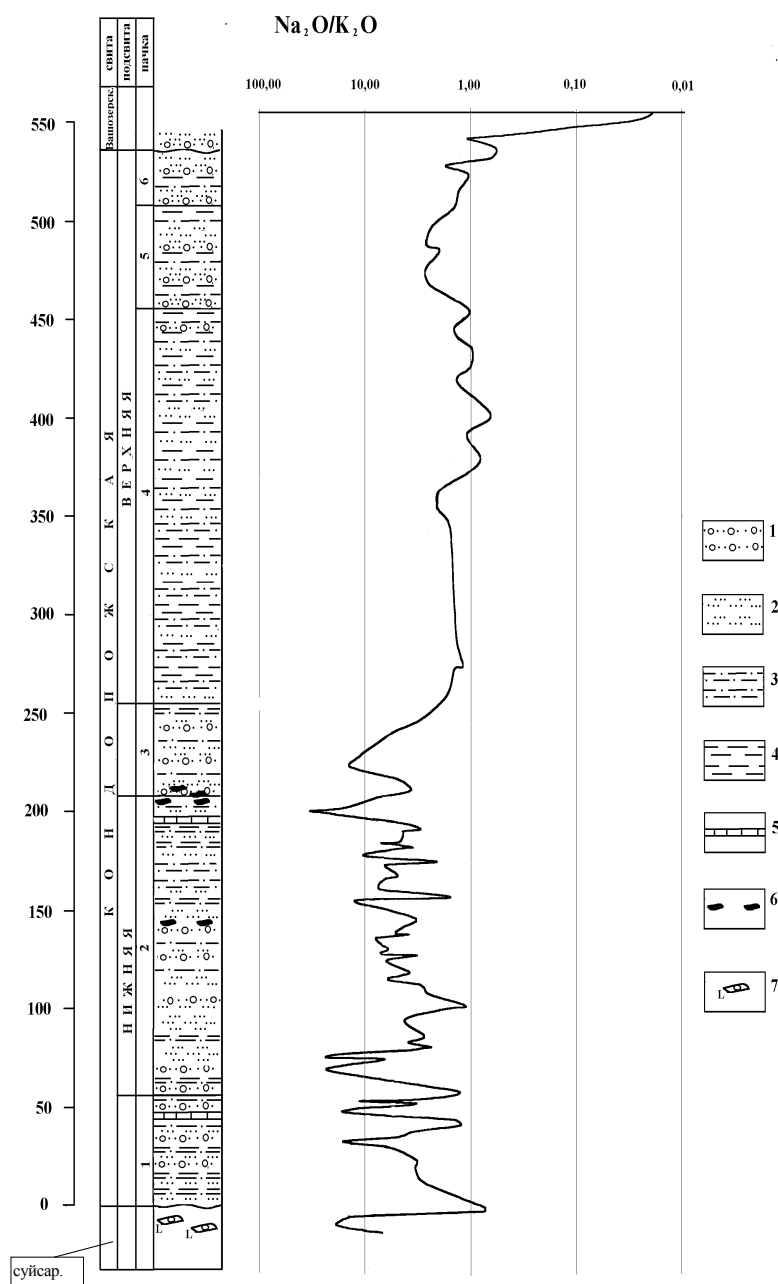


Рис. 1. Литостратиграфическая колонка кондопожской свиты и значение калиевого модуля ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$) по разрезу (составил Б. С. Лавров и Д. В. Рычанчик, 1999 г., [7]):

1 – мелкогалечниковые конгломераты, гравелиты; 2 – песчаники; 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты; 5 – прослой карбонатных пород и пород с повышенной карбонатностью.; 6 – шунгитовые (антраксолитовые) стяжения – «лепешки»; 7 – вулканиты суйсарской свиты

В первые годы разработки Нигозерского месторождения антраксолитовый слой был вскрыт карьером и в настоящее время его можно наблюдать на большой площади (фото). Таким образом, антраксолитовый слой имеет широкое площадное распространение и может рассматриваться в качестве надежного репера, по крайней мере, для северной и центральной части Кондопожской (Вашозерской) структуры. Следовательно, в калевии существовал длительный, период разрушения коллекторов углеводородов, сформированных в верхних горизонтах заонежской свиты, переноса и перезахоронения миграционного органического вещества в осадках прибрежных фаций.

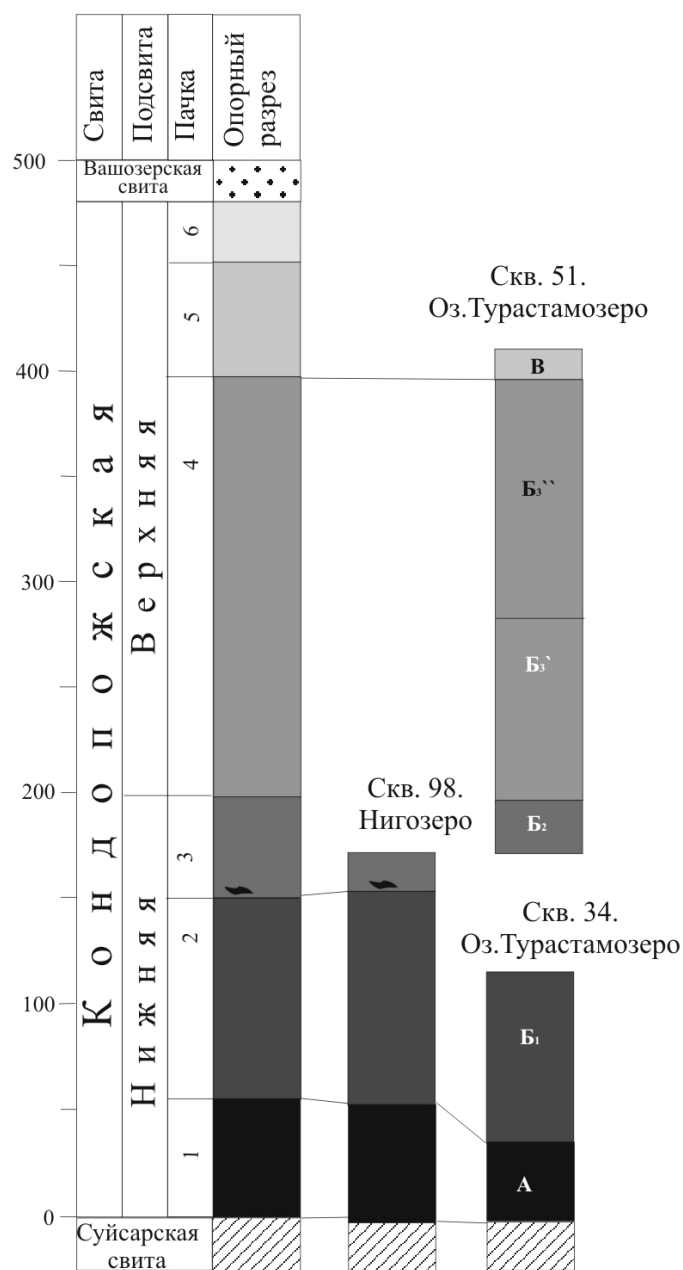


Рис. 2. Корреляция разрезов кондопожской свиты Вашозерской и Мунозерской структур

При изучении Мягрозерского месторождения антраксолитовый горизонт не был зафиксирован (рис. 2). Не исключено, что в Мунозерской структуре отсутствует маркирующий слой из-за вероятного локального расположения древних ловушек углеводородов (отличие областей питания осадочным материалом для различных структур). Однако более вероятно то, что разрезы опорных скважин (51 и 34) не перекрываются, как это интерпретировалось ранее. Особенности химического состава пород кондопожской свиты можно использовать в качестве реперов для корреляции разрезов. В целом, породы свиты обогащены натрием по сравнению с калием. Самые высокие значения содержаний Na_2O отмечаются в тех частях разреза, где увеличивается доля вулканомиктового материала и наблюдается наименьшая степень его переработки. Содержание калия в отложениях свиты увеличивается там, где появляется тонкий, хорошо разложенный первично-глинистый материал. Довольно отчетливое это увеличение заметно при переходе от нижней подсвиты к верхней. Еще более отчетливые различия между подсвитами наблюдаются при анализе значений $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ (рис. 1).

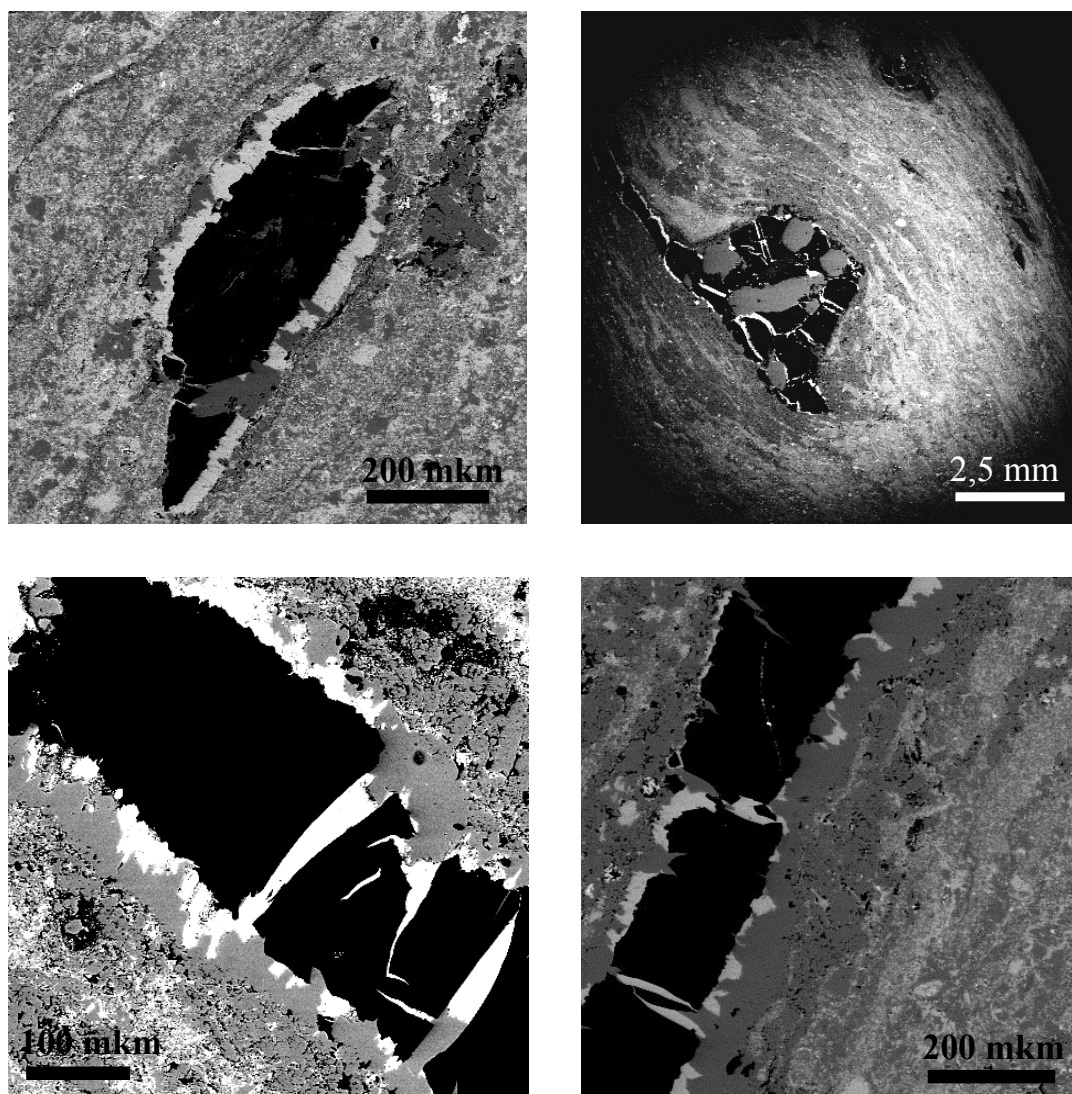


Рис. 3. Антраколит (черное) в металавролитах Нигозерского месторождения

Литература

- Яковлева В. В. О находках проблематических отпечатков водорослей в сланцах среднего протерозоя Карелии // Остатки организмов и проблематика протерозойских образований Карелии. Петрозаводск. 1966. С. 19–25.
- Мишунина З. А. Литогенез органического вещества и первичная миграция нефти в карбонатных формациях Л. 1978. 152 с.
- Nissenbaum A., Aizenshtat Z., Goldberg M. The floating asphalt blocks of the Dead Sea // Physics and chemistry of the earth. 1980. V. 12. P. 157–161.
- Melezhik V. A., Fallick A. E., Filippov M. M., et al. Karelian shungite –an indication of 2.0-Ga-old metamorphosed oil-shale and generation of petroleum: geology, litology and geochemistry // Earth–Science Reviews. 1999. V. 47. P. 1–40.
- Buseck P. R., Galdobina L.P., Kovalevski V.V. et al. Shungite: The C-rich rocks of Karelia, Russia// Canadian Mineralogist. 1997/ V/ 35? Part 6/ H/ 1363–1378.
- Галдобина Л. П., Шидловски М., Соколов В.А. и др. Исследования шунгитов нижнего протерозоя Карелии методом углеродных изотопов // 27-й Междунар. геол. конгр.: Тез. докл. М., 1984. Т. 2. С. 292.
- Лавров Б. С., Рычанчик Д. В., Филиппов М. М. и др. Отчет о результатах работ по составлению опорных стратиграфических разрезов нижнепротерозойских образований в пределах Онежской структуры, проведенных в 1989–1999 гг. Ч. 1. ТФГИ по РК. Инв. № 523-1.