

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТОВ ИЗ КЕРНА СОВРЕМЕННЫХ ОСАДКОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ЛЕНА

В.В. Куртуков, Е.В. Панова

Научный руководитель профессор И.В. Гончаров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Шельф Восточно-Сибирского моря, составляющий около 40% всего арктического шельфа, представляет собой не только территорию с уникальными потенциальными запасами углеводородов, но и является одним из ключевых компонентов климатической системы Арктики и планеты в целом.

Результатом глобального потепления климата может стать таяние подводной вечной мерзлоты, высвобождение содержащегося в ней органического углерода и дестабилизация газогидратов метана, что, в свою очередь, может вести к существенному росту его эмиссии в атмосферу арктического региона.

Расчеты показывают, что перенос в атмосферу лишь небольшой доли метана, высвобождаемого из осадков шельфа Восточно-Сибирского моря, может спровоцировать резкое потепление климата [2].

Однако природа этого метана остается не совсем ясной. Необходимую информацию о составе биопродуцентов, условиях их осадконакопления и процессах последующих превращений несут в себе количество и состав органических веществ осадочных пород.

Объектом данного исследования был керн скважины VD-13, пробуренной в районе дельты реки Лена (Республика Саха) (рис. 1).

Условные обозначения для керна буровой скважины VD-13

Литологическая структура

Песч и ты (>1 мм): 1 – гравийно-галечные горизонты и рассеянные разности, 2 – единичная дресва. Песк и (1-0.1 мм): 3 – крупнозернистые, 4 – среднезернистые, 5 – мелкозернистые, 6 – миктит песчаный. Алевриты (0.1-0.01 мм): 7 – алеврит песчаный. Пелиты (<0.01 мм): 8 – алеврит пелитовый, 9 – пелит. Включения: 10 – растительные остатки. Текстуры отложений: 11 – вертикальная тонкополосчатая, 12 – линзовидная, 13 – со шлирами льда, 14 – охлажденная, 15 – мерзлая

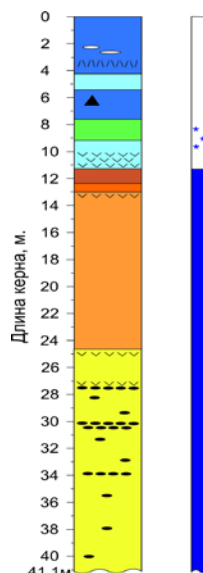


Рис. 1. Литологические данные по керну буровой скважины VD-13

Результаты пиролизического исследования образцов приведены в таблице 1. Из полученных результатов следует, что лишь 5 образцов (36, 159, 240, 390 и 558) из 17 содержат больше 1,0 % органического углерода и имеют в своем составе летучие органические соединения (пик S_1) в количестве, достаточном для исследования методом хроматомасс-спектрометрии. Все образцы, выбранные для дальнейшего анализа, характеризуют верхнюю часть разреза в интервале 0,36-5,58 м. Общей чертой для этих образцов является их обогащенность пелитовой составляющей.

В составе экстрактов были обнаружены различные классы органических соединений, среди которых основными были насыщенные и ненасыщенные углеводороды и кислоты. На рисунке 2 представлена типичная масс-фрагментограмма по 57 массе (предельные углеводороды). На ней пики, соответствующие алканам, обозначены буквой «С» (carbon) и номером, равным количеству углеродных атомов в молекуле.

Во всех образцах содержание алканов с нечетным количеством атомов углерода в молекуле преобладает над алканами с четным количеством углерода. Это однозначно указывает на вклад углеводородов высшей наземной растительности («восков») в формирование органической составляющей осадков.

На природу углеводородов с четным числом атомов в молекуле нет единой точки зрения. Принято считать, что n-алканы с четным числом атомов углерода в молекуле обязаны своим происхождением морским биопродуцентам, либо микроорганизмам, участвующим в переработке зоо- и фитопланктона [1].

Таблица 1

Результаты пиролитического исследования

Глубина отбора, см	S1	S2	Tmax	HI	OI	TOC
36	0,20	2,17	423	108	167	2,00
159	0,21	2,52	424	108	175	2,33
240	0,22	3,43	429	154	160	2,23
390	0,12	2,78	424	150	193	1,85
558	0,06	1,33	421	100	302	1,33
694	0,00	0,04	-	10	349	0,41
827	0,00	0,15	-	28	283	0,54
940	0,00	0,06	-	20	450	0,30
1023	0,00	0,11	-	16	639	0,67
1126	0,00	0,06	-	11	156	0,55
1228	0,06	0,57	330	57	151	1,00
1290	0,00	0,00	-	0	433	0,09
1405	0,00	0,09	-	24	145	0,38
1524	0,00	0,00	-	0	353	0,15
1624	0,00	0,00	-	0	325	0,08
1710	0,00	0,00	-	0	455	0,11
1790	0,01	0,00	-	0	468	0,19

Однако наш опыт работ с донными отложениями Чёрного моря показывает, что пробы с большой долей четных n-алканов приурочены к зонам миграции нефтяных углеводородов из глубокопогруженных залежей.

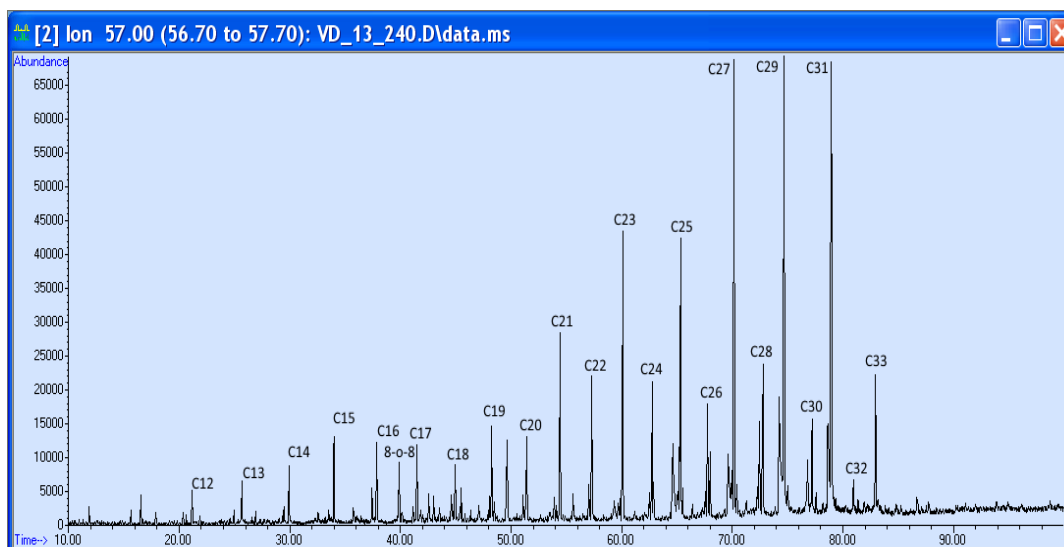


Рис. 2. Типичная масс-фрагментограмма по m/z 57 (VD-13 240)

В изучаемом разрезе, в формировании органической составляющей осадков трудно предположить участие морских биопродуцентов. Поэтому было сделано предположение, что присутствие четных алканов обусловлено присутствием углеводородов нефтяного происхождения. Было решено оценить долю нефтяных углеводородов в общем количестве. Доля нефти определялась как отношение суммы высот пиков n-алканов по четной огибающей к общей сумме высот n-алканов (A/B).

Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2

Доли нефтяных углеводородов в исследованных образцах

№ пробы	36	159	240	390	558
A/B	0,55	0,47	0,51	0,55	0,57

На рисунке 3, А представлена взаимосвязь S_1 и содержание общего органического углерода – Total organic carbon (ТОС). Она вполне ожидаема. Чем больше органического вещества, тем больше оно удерживает на своей поверхности сорбированных летучих органических веществ, формирующих пик S_1 при пиролизе. Аналогично, чем больше ТОС, тем больше образуется при пиролизе летучих соединений (пик S_2 , рис. 3, Б).

Рисунок 3, В указывает на то, что с увеличением содержания летучих соединений уменьшается доля нефтяных углеводородов. Доминирование нечетных n-алканов среди углеводородов (рис. 2) однозначно указывает на определяющий вклад высшей наземной растительности в формирование органических составляющих осадков. Поэтому чем больше ТОС, тем больше нечетных углеводородов в породе (и меньше нефтяных).

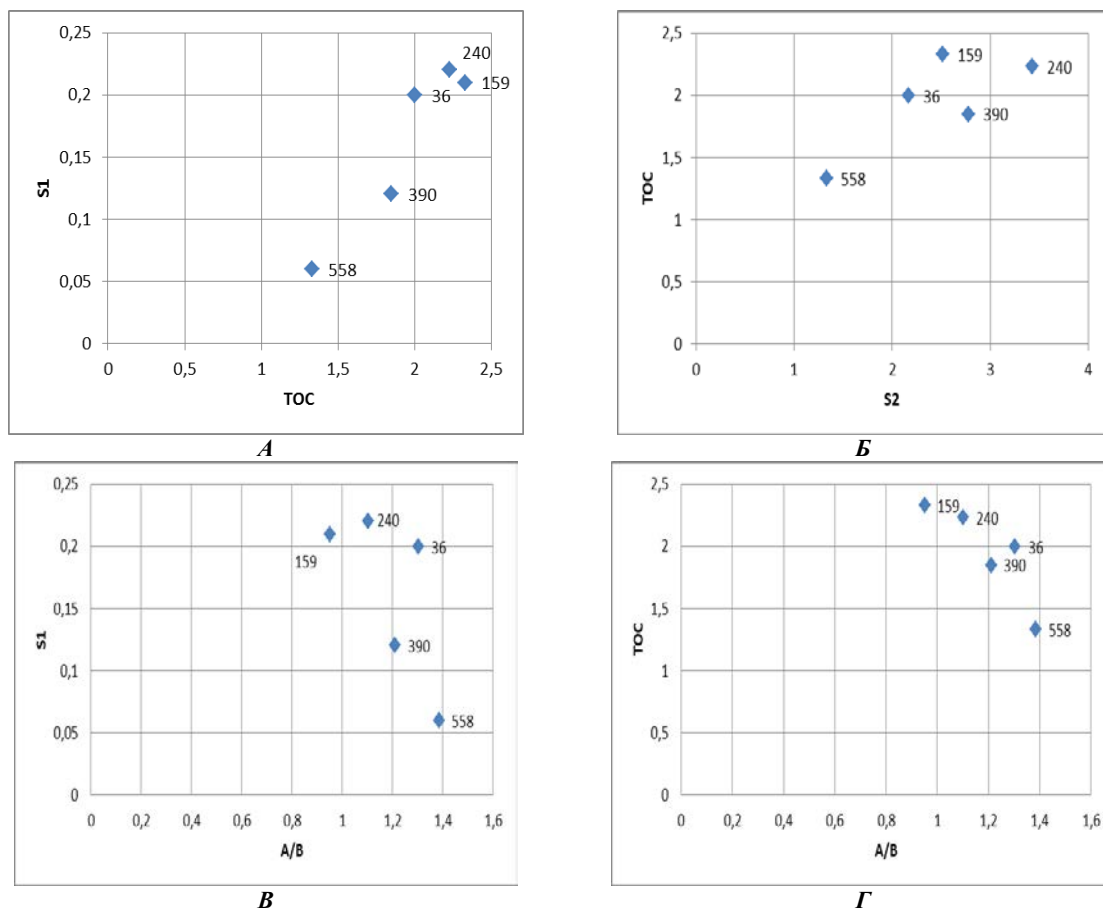


Рис. 3. Взаимосвязь пиролитических и масс-спектрометрических результатов исследования

Вероятно, вклад нефтяной составляющей в разных образцах остается примерно одинаковым, в то время как содержание органического вещества и вместе с ним восков, меняется в более широких пределах. Поэтому наблюдается обратная связь между A/B и ТОС (рис. 3, Г).

Можно предположить несколько версий появления нефтяной составляющей в породах:

- 1) Миграция из низзалегających отложений, где органическое вещество достигло стадии «oil window», либо происходит разрушение залежей нефти. Однако наличие мощного слоя вечной мерзлоты делает эту версию маловероятной.
- 2) Попадание углеводородов с поверхности в результате ее техногенного загрязнения. Однако отсутствие источников нефти в данном районе и невозможность нисходящей миграции нефти на глубину 5,58 м также ставит под сомнение эту гипотезу.
- 3) Загрязнение пород в процессе бурения скважины, отбора проб или выполнения аналитических работ. Эта версия также выглядит маловероятной. В противном случае невозможно объяснить наличие корреляционных связей между параметрами, полученными разными независимыми методами.

Полученные данные не дают основания однозначно высказаться в пользу одной из приведенных выше гипотез. Таким образом, для выявления характера поведения различных типов ОВ и составления уточненного баланса углерода необходимо проведение дальнейших детальных геохимических исследований.

Литература

1. Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. – М.: Мир. Редакция литературы по вопросам геологических наук, 1981. – 504 с.
2. Shakhova, N., Semiletov I., Salyuk A., Joussupov V., Kosmach D., Gustafsson O. Extensive methane venting to the atmosphere from sediments of the East Siberian Arctic Shelf // Science, 2010. – Vol. 327 (5970). – P. 1246 – 1250.

КОНТРОЛЬ ТРЕЩИНАТОСТИ КАРБОНАТНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД РИФЕЯ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЮМИНОФОРОВ (НА ОСНОВЕ МЕТОДА К.И. БАГРИНЦЕВОЙ)

Л.М. Лаухин

Научный руководитель доцент М.В. Шалдыбин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С целью изучения трещиноватости и особенностей структуры сложного пустотного пространства для пород-коллекторов карбонатных пород рифея Сибирской платформы был применен метод насыщения пород люминофором более известный в практике лабораторных исследований как метод К.И. Багринцевой [1].

Задачи исследования сводились к следующему: выбрать несколько представительных образцов керна, в которых наблюдались бы наиболее типичные для данных пород трещины, а также каверны, и изготовить из них кубические образцы; выбрать наиболее подходящий люминофор и произвести насыщение им кубических образцов; на основании полученных фотографий (картинок-разверток) охарактеризовать морфологию и параметры трещиноватости (площадную плотность, раскрытость, интенсивность и т.д.).

Метод К.И. Багринцевой основан на проникновении под вакуумом пенетранта или другого люминесцирующего раствора внутрь пустотного пространства изучаемого образца в виде кубика с гранью 4 или 5 см под действием сил капиллярности [2]. При этом проникающая жидкость заполняет лишь открытые поры, каверны и трещины, удерживаясь внутри исследуемого образца за счёт молекулярно-поверхностных сил. В данной работе в качестве проникающего раствора был выбран спиртовой раствор Уранина-А способный люминесцировать под ультрафиолетовым (УФ) светом. Время насыщения образцов составило 1 сутки. Перед фотографированием вначале, с каждой грани кубического образца снимался фон, для чего использовался чистый керосин, что позволило ликвидировать поверхностную пленку пенетранта на каждой грани исследуемого кубика, не вымывая часть уранина-А из пустого пространства образца. Данный способ позволяет получать особенно четкие контуры пористых участков и трещин на фотографиях и предотвращает внезапное вытекание пенетранта из крупных трещин. Для того чтобы обнаружить открытые трещины, поры, каверны, далее на изучаемый образец напыляется сорбирующее вещество (присыпка), с целью усиления эффекта ярко-зеленого свечения уранина-А, который заполняет открытые полости. Затем осуществляется фотосъемка каждой обработанной сорбентом грани и делается фотография общего вида в источнике ультрафиолетового излучения. Интенсивность свечения и ширина светящихся полос и пятен различны и зависят от многих параметров: глубины трещин и каверн; их количества и величины раскрытости; концентрации люминесцирующего раствора; его физических, в первую очередь, проникающих свойств и т.д.

Результаты исследования. Литологически изученные горные породы представляют собой доломиты слабокремненные и слабоглинистые. Преобладающая текстура – ламинитовая с реликтовой, строматолитовой, иногда кавернозная. Структура тонко-мелкокристаллическая, перекристаллизованная. Минеральный состав, определенный по петрографическим шлифам и с помощью количественной рентгеновской дифрактометрии можно в среднем представить таким: 85 % доломит; 5 % – сульфаты (ангидрит) и кальцит; 5 % – примесь кварца или кремнистого вещества; 5 % – примеси других терригенных и хемогенных компонентов (обломки полевых шпатов, глинистое вещество, гематит, пирит, галит и др.).

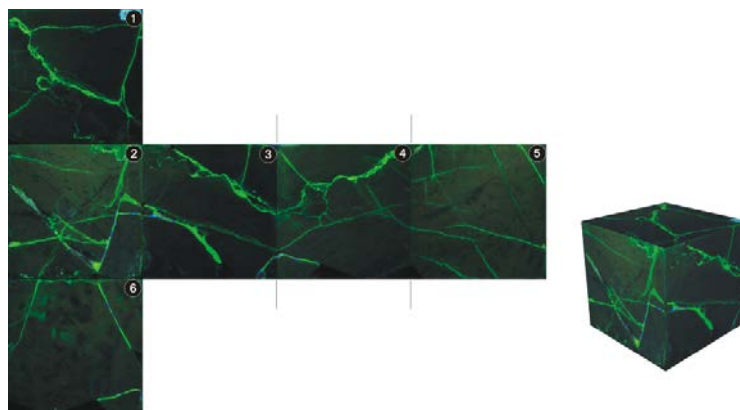


Рис. 1. Развертка в люминофоре трещиноватого образца – пример трещиноватого коллектора