

УДК 550.84 (571.1)

DOI 10.25205/978-5-4437-1312-0-91-94

Комплексирование результатов пиролитических исследований и метода материального баланса с целью оценки нефтегенерационных свойств разновозрастных отложений

М. Ю. Зубков

ООО «Западно Сибирский Геологический Центр», Тюмень

Аннотация. Рассмотрены примеры расчетов нефтегазогенерационных свойств разновозрастных пород, содержащих органическое вещество, с использованием результатов пиролитических исследований и метода материального баланса. Показана возможность на основе предлагаемой методики оперативной оценки удельной генерации нафтидов и, соответственно перспектив конкретных объектов в пределах выбранных площадей. Проведено сопоставление расположения генерационных кривых на предлагаемой диаграмме $HI-T_{max}$ с результатами гидротермального пиролиза, моделирующего процесс катагенетического созревания органического вещества.

Ключевые слова: пиролиз, материальный баланс, нефтегенерационные свойства, гидропиролиз, разновозрастные отложения.

Combining the results of pyrolytic studies and the material balance method in order to assess the oil-generating properties of deposits of different ages

M. Yu. Zubkov

LLC "West Siberian Geological Centre", Tyumen

Abstract. Examples of calculations of oil and gas generation properties of rocks of different ages containing organic matter using the results of pyrolytic studies and the material balance method are considered. The possibility is shown on the basis of the proposed methodology of the operational estimates of the specific generation of naphthides and, accordingly, the prospects of specific objects within the selected areas. The location of the generation curves on the proposed $HI-T_{max}$ diagram is compared with the results of hydrothermal pyrolysis, which simulates the process of catagenetic maturation of organic matter.

Key words: pyrolysis, material balance, oil generating properties, hydrolysis, deposits of different ages.

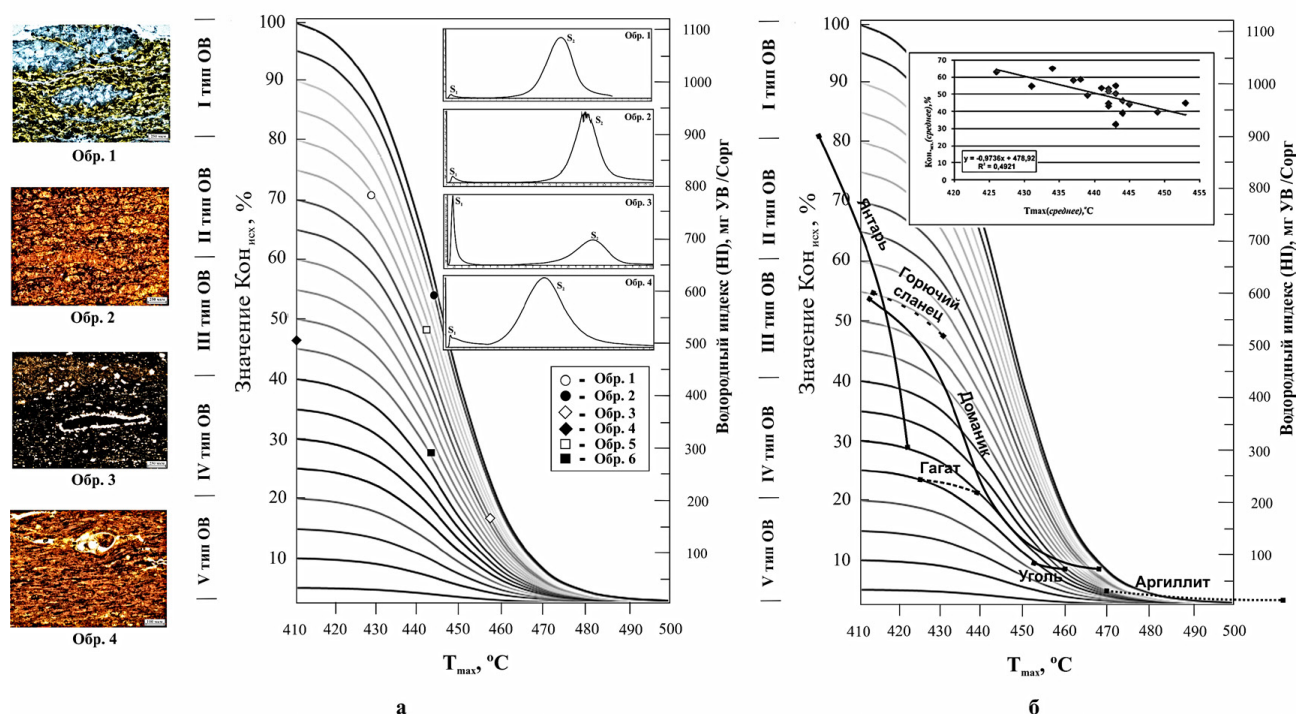
Объект и методы исследования

Исследованы образцы в возрастном интервале от ордовика до верхней юры, находящиеся на разных стадиях катагенеза (от $ПК_{1-2}$ до $МК_{3-4}$). Мацеральный состав органического вещества (ОВ), исследовался в прозрачных петрографических шлифах, а нефтегенерационные (далее по тексту генерационные) свойства путем комплексирования результатов пиролиза

и метода материального баланса [1]. Для этого использована модифицированная диаграмма $HI-T_{max}$, на которую в отличие от традиционно используемой с присутствующими на ней тремя типами ОВ, нанесены формально выделенные пять типов ОВ, со значениями начального генерационного потенциала ($Кон_{исх.}$) через 20 % от 0 до 100 %, а также сами генерационные кривые (см. рисунок, а, б).

Результаты

Комплексирование данных пироллиза и метода материального баланса позволило определить следующие наиболее важные генерационные параметры: исходный генерационный потенциал ($Кон_{исх.}$), коэффициент превращения исходного ОВ в нафтиды ($K_{превр.отн.}$), количество образовавшихся и эмигрировавших нафтидов (C_p и C_e , соответственно) и коэффициент эмиграции — K_e (см. таблицу). Используя полученные данные (см. табл.) проведём оценку удельного (в расчёте на 1 км^2) нафтидогенеза баженовской (Салымское месторождение) и тутлеймской (Пальяновская площадь) свит. Мощность отложений будем считать равной 25 м. Тогда для первого месторождения средняя удельная величина нафтидогенеза составит 2,1 млн тонн на 1 км^2 , а количество эмигрировавших нафтидов будет равно около 2,0 млн тонн. Для второй площади те же параметры принимают следующие значения: 0,2 млн тонн и 0,19 млн тонн, соответственно. Очевидно, что баженовская свита генерировала гораздо больше нафтидов, чем тутлеймская.



Диаграммы $T_{max} - HI(Кон_{исх.})$ с фотографиями петрографических шлифов и пирограммами разновозрастных образцов (а) и с нанесенными на нее результатами гидропироллиза различных видов образцов [по 3 и 4] (б); на врезке приведена связь средних значений $Кон_{исх.}$ и T_{max} образцов, отобранных из баженовской и тутлеймской свит (по [1])

Результаты пиролитических исследований разновозрастных образцов и рассчитанных на их основе главных нефтегенерационных параметров

Порода	№ образца	Возраст (Свита)	Исходные данные					Расчетные генерационные параметры				
			Сорг, %	S1, мг УВ/г	S2, мг УВ/г	T _{max} , °C	HI, мг УВ/г Сорг	K _{он_{исх}} , %	K _{превр. орг.} , %	C _г , %	C _э , %	Кэ
Рудник "Октябрьский" (Йыхви, Северная Эстония)												
Кукерсит	1	Средний ордовик	21.2	2	165.3	429	780	79.2	49.4	16.2	16	99
Северо-Варьеганское месторождение (Западная Сибирь, Варьеганский НГР)												
Уголь (богхед)	2	Нижняя юра	83.2	10.3	498.4	445	599	95.2	47.3	39.2	38.2	97
Салымское месторождение (Западная Сибирь, Салымский НГР)												
Битуминозно-карбонатный силицит	3	Верхняя юра (баженовская свита)	13.4	7.7	22	458	163	67.8	90.7	26.5	25.7	97
Коцебинское месторождение (Саратовская область)												
Карбонатно-кремнистый сланец	4	Верхняя юра	37	7.9	189.6	410	513	48.7	6.9	1.4	0.6	43
Доманиковские отложения (Оренбургская область)												
Бутуминозно-кремнистый мергель	5	Верхний девон	8.6	8.5	45	443	526	77.2	69.1	10.2	9.4	92
Пальяновская площадь (Красноленинский НГР)												
Битуминозно-глинистый силицит	6	Верхняя юра (тутлеймская свита)	8,4	1,78	25,7	444	297	46,06	55,3	3,5	3,3	94

Активное влияние на процессы генерации нафтидов гидротермальных флюидов впервые было отмечено в работе [2]. Затем в 2002 году появилась публикация Зубкова и Шведенкова, в которой также рассмотрены результаты воздействия гидротермальных флюидов на ОВ. К сожалению, эти публикации остались без должного внимания специалистов-геохимиков, изучающих процессы нафтидогенеза. Лишь вслед за публикациями автора, посвященными тектоно-гидротермальным процессам, происходившим в доюрском комплексе, а также в юрских и неокомских отложениях (Зубков, 2015, 2017, 2019) появились материалы других исследователей с результатами гидропиролиза ОВ различного происхождения [3, 4]. Целью этих исследований было смоделировать процесс термического «созревания» ОВ в результате воздействия на него гидротермальных растворов. Однако результаты, полученные этими исследователями, продемонстрировали неправдоподобное (слишком резкое) или, напротив, плавное (продолжи-

тельное) снижение генерационного потенциала (значений HI в зависимости от T_{max}), на что они сами обращают внимание в своих публикациях (см. рисунок, б).

Очевидно, что генерационные кривые — это не застывшие виртуальные линии, по которым движется тот или иной образец, содержащий определенный тип ОВ по мере его катагенетического превращения, а их положение зависит от кинетики процесса термического «созревания» определенного типа ОВ в зависимости от его состава, величины пластового давления и температуры. Действительно, сопоставление усредненных значений $Kon_{исх}$ и T_{max} для образцов, отобранных из баженовской и тутлеймской свит, позволило установить обратно пропорциональную зависимость между ними (врезка на рисунке, б). Это достаточно неожиданный факт, так как величина $Kon_{исх}$ должна зависеть от типа ОВ, но никак не от значений T_{max} . Оказалось, что необычную обратно пропорциональную связь между этими параметрами придают образцы, отобранные из высокотемпературных зон, подвергшихся тектоно-гидротермальному воздействию. Для этих образцов генерационные кривые имеют более крутой наклон, т.е. смещены в лево по сравнению с таковыми, описывающими поведение ОВ в образцах баженовской свиты, отобранных из участков с обычным термическим градиентом.

Список литературы

1. Зубков М. Ю. Использование модифицированного метода материального баланса в комплексе с пиролизом для оценки нефтегенерационных свойств баженовской свиты (Западная Сибирь) / М. Ю. Зубков // Геохимия. — 2021. — Т. 66. — № 2. — С. 1–22.
2. Конторович А. Э. Пиролиз как метод изучения нефтегенерационного потенциала материнских пород / А. Э. Конторович, В. Н. Меленевский, А. С. Фомичев, Г. Ю. Шведенков // Геология нефти и газа. — 1986. — № 12. — С. 36–41.
3. Кувинов И. В. Результаты гидропиролиза осадочных пород, содержащих органическое вещество различного генезиса / И. В. Кувинов, М. А. Большакова, Е. Ю. Макарова, А. Ю. Бычков, Е. В. Козлова, Н. В. Пронина // «Геохимия нефти и газа нефтематеринских пород, угля и горючих сланцев. Материалы Всероссийской научной конференции. — Сыктывкар, 2019. — С. 62–63.
4. Санникова И. А. Применение водного пиролиза для моделирования процессов нефтегазогенерации доманиковых отложений Тимано-Печорского бассейна. / И. А. Санникова, М. А. Большакова, А. Ю. Бычков, А. В. Стенников, Н. В. Пронина // «Геохимия нефти и газа нефтематеринских пород, угля и горючих сланцев. Материалы Всероссийской научной конференции. — Сыктывкар, 2019. — С. 97–98.