

BM02

## Petroleum Generation Potential of the Bazhenov Formation and Analogues (Central and Southern Areas of the West Siberia)

L.M. Burshtein\* (IPGG SB RAS), V.A. Kazanenkov (IPGG SB RAS), A.A. Kireeva (NSU), V.A. Kontorovich (IPGG SB RAS), E.A. Kostyreva (IPGG SB RAS), V.N. Melenevskiy (IPGG SB RAS), E.V. Ponomareva (IPGG SB RAS), P. I. Safronov (IPGG SB RAS) & A.N. Fomin (IPGG SB RAS)

### SUMMARY

---

Describes the methodology and reconstruction results of the initial (at the beginning of mesokatagenesis) hydrocarbon potential of Bazhenov source rock in the central and southern areas of the West Siberian Basin. The methodology based on basin modeling technic, using pyrolytic and geophysical well logging data.

## Нефтегазопроизводящий потенциал баженовской свиты и ее аналогов (центральные и южные районы Западно-Сибирского бассейна)

*Буриштейн Л.М.\*(ИНГГ СО РАН), Казаненков В.А. (ИНГГ СО РАН), Киреева А.А. (НГУ), Конторович В.А. (ИНГГ СО РАН), Костырева Е.А. (ИНГГ СО РАН), Меленевский В.Н. (ИНГГ СО РАН), Пономарева Е.В. (ИНГГ СО РАН), Сафронов П.И. (ИНГГ СО РАН), Фомин А.Н. (ИНГГ СО РАН)*

### Введение

При выполнении бассейнового моделирования одной из важнейших задач является восстановление исходных концентраций рассеянного органического вещества (РОВ) и его генерационного потенциала в нефтегазопроизводящих толщах (НГПТ). Без корректной реконструкции этих величин невозможно получить адекватные оценки масштабов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов. Важнейшими НГПТ Западно-Сибирского бассейна является баженовская свита и ее возрастные аналоги - тутлеймская свита, верхнеданиловская подсвита даниловской свиты, верхи марьяновской, максимоярской и яновстанской свит. Далее для этой группы НГПТ используется общее название - баженовская НГПТ.

Цель данного исследования - оценка величины и распределения по площади исходных (на начало мезокатагенеза) средних содержаний органического углерода и водородного индекса, являющихся удобными мерами концентраций РОВ и величины генерационного потенциала, в баженовской НГПТ центральных и южных районов Западно-Сибирского бассейна.

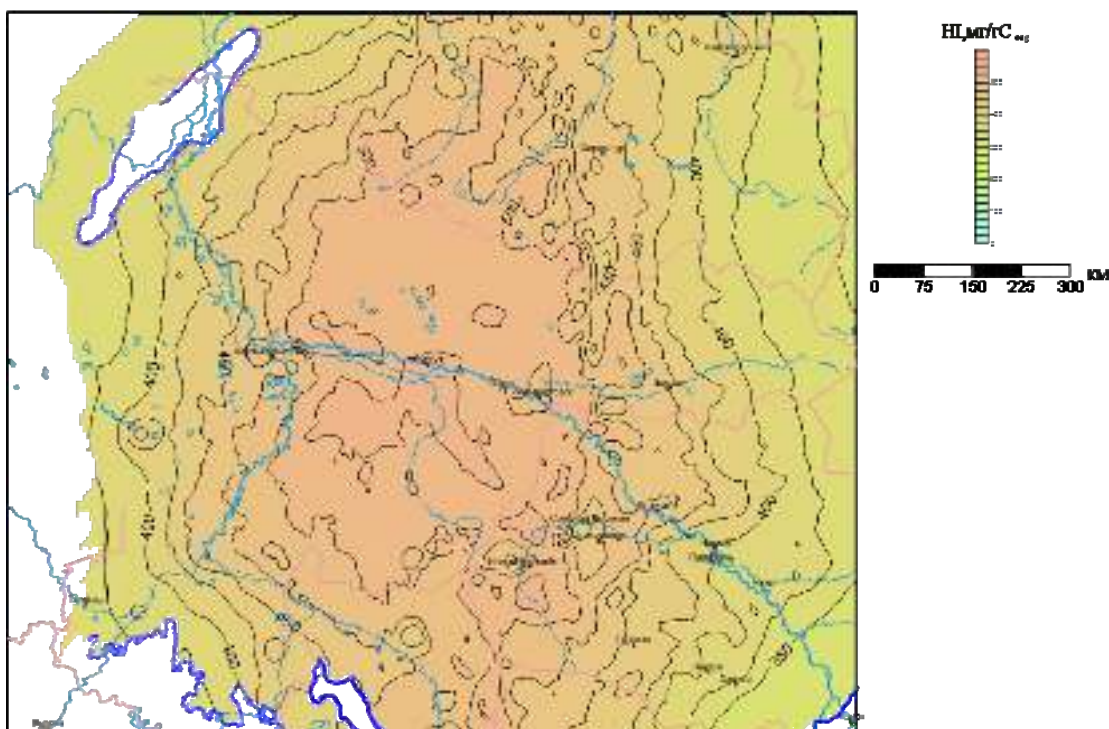
Фактическим материалом послужили данные аналитических исследований более чем 1200 образцов из 206 скважин. Наиболее полно учитывались данные по содержанию органического углерода в породах. В меньшем объеме представлены данные по пиролитическим исследованиям органического вещества (730 образцов, 69 скважин) и результатам интерпретации ГИС.

### Методика работы

С учетом непрерывного совершенствования методов инструментального анализа и математического моделирования процессов образования нефти и газа, для решения поставленной задачи была выбрана следующая модифицированная последовательность действий:

- На основе региональных трендов содержаний  $C_{org}$  в баженовской свите и аналогах, фактических замеров  $C_{org}$  в керне скважин, определений  $C_{org}$  по данным ГИС была построена карта современных содержаний  $C_{org}$ .
- С использованием карт отражательной способности витринита (Конторович и др. 2009) были реконструированы эффективные средние тепловые потоки через основание осадочного чехла. На этой основе были реконструирована эффективная температурная история баженовской свиты и аналогов.
- В первом приближении принималось, что усредненные кинетические характеристики керогена постоянны в пределах распространения баженовской НГПТ, а  $C_{org}^0$  и  $HI_0$  изменяются по площади.
- На основе сравнительного анализа результатов модельных расчетов для нескольких стандартных типов керогена и фактического распределения средних значений водородного индекса  $HI$  была обоснована усредненная кинетическая модель керогена баженовской НГПТ.
- Были рассчитаны карты (сеточные модели) коэффициента трансформации керогена баженовской НГПТ на территории исследований.
- На основе фактических данных о современных значениях  $C_{org}$ ,  $HI$  и  $T_{max}$  была построена статистическая зависимость водородного индекса от двух других показателей.

- На основании экстраполяции полученной зависимости в область минимальных значений  $T_{max}$  была получена зависимость начальных значений водородного индекса  $HI_0$ , характеризующего исходный углеводородный потенциал, от начальных содержаний органического углерода  $C_{org}^0$ .
- На основе схемы коэффициентов трансформации, зависимости  $HI_0(C_{org}^0)$ , карты современных содержаний  $C_{org}$  были построены карты  $HI_0$  (рис.1),  $C_{org}^0$  (рис.2), исходной массы лабильной части РОВ и масштабов генерации УВ.
- Все вычислительные эксперименты выполнялись в программном комплексе TEMIS (BeicipFranlab).

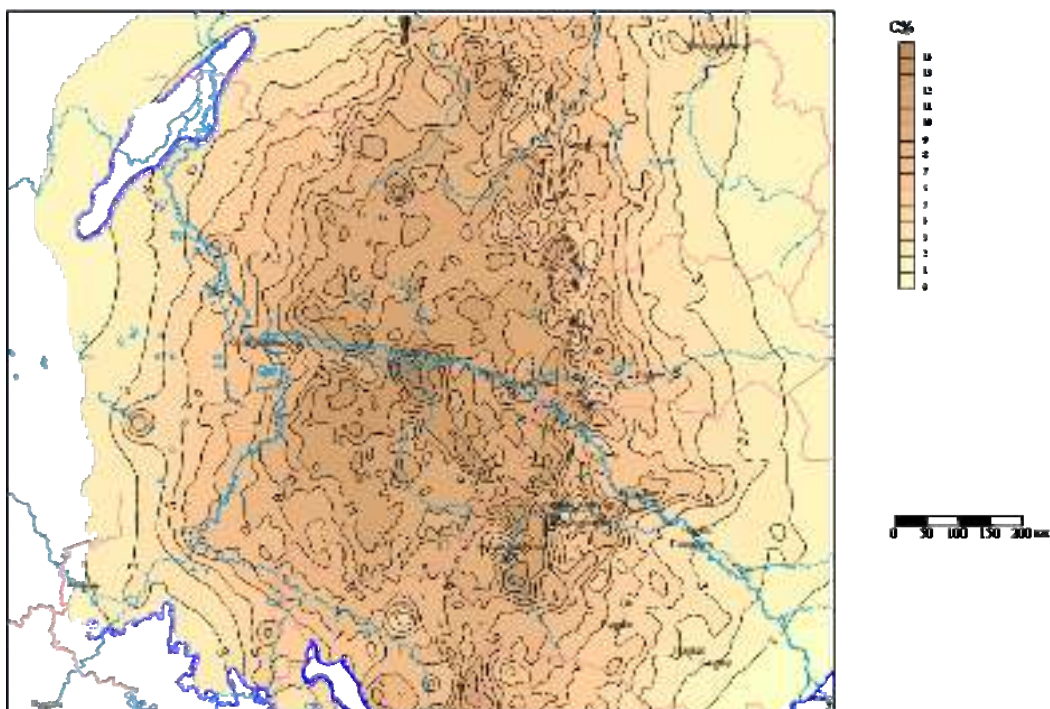


**Рисунок 1** Схематическая карта исходных (на начало мезокатагенеза) значений водородного индекса РОВ баженовской НГПТ.

## Результаты и обсуждение

Важнейшие характеристики баженовской НГПТ - содержание  $C_{org}$ , и водородный индекс  $HI$  существенно варьируют и по площади, и по разрезу. Это связано как с влиянием региональных факторов - изменением в пространстве и времени обстановок осадконакопления, биопродуктивности бассейна и скорости привноса в него терригенных минеральных и органических компонент (Конторович и др. 1998), так и с некоторыми плохо контролируруемыми локальными составляющими. К сходным выводам относительно изменчивости параметров РОВ баженовской свиты ранее пришли Н.В. Лопатин и Т.П. Емец (1987).

Систематические оценки  $HI$  для РОВ баженовской свиты впервые, видимо, приведены Н.В. Лопатиным и Т.П. Емец (1987), которые считали, что значения  $HI$  порядка 500-560 (мг УВ)/(г  $C_{org}$ ) близки к исходным. В.В. Самойленко (2011) для РОВ баженовской свиты юго-восточных районов Западной Сибири оценивает начальную величину  $HI$  несколько выше - 575-700 (мг УВ)/(г  $C_{org}$ ). Согласно нашим результатам (рис.1) значения среднего исходного водородного индекса сопоставимы с приведенными оценками.



**Рисунок 2** Схематическая карта средних исходных (на начало мезокатагенеза) значений  $C_{org}$  в баженовской НГПТ.

подавляющее большинство исследователей, относят РОВ баженовской НМТ ко II типу (Лопати, Емец 1987, Конторович 1976, Конторович и др. 1998). Характеристики керогенов II типа могут существенно различаться (Applied Petroleum Geochemistry 1993). Опыт предыдущих работ (Fjellanger et al. 2010, Сафронов и др. 2011, Kontorovich et al. 2011) показал, что для моделирования динамики генерации УВ РОВ баженовской НГПТ северных районов Западной Сибири достаточно адекватные результаты дает использование кинетических параметров керогена II типа (Menil-I в программном комплексе TEMIS) тоарских сланцев Парижского бассейна (Behar et al. 1997)

Учитывая значительную площадь распространения баженовской НГПТ (более 1 млн км.кв.) и отмечаемые признаки полифациальности ее РОВ (Лопати, Емец 1987, Конторович и др. 1998) можно ожидать, что характеристики керогена, в частности кинетические параметры, будут варьировать в заметных пределах. Действительно использование при моделировании масштабов генерации на территории исследований параметров керогена Menil-1 приводит к существенному занижению коэффициентов его трансформации. Можно заключить, что кинетика керогенов баженовской свиты центральных и южных районов Западно-Сибирского мегабассейна должна быть более «мягкой» по сравнению с кинетикой керогена Menil-1.

Одной из возможных причин большей лабильности керогена баженовской свиты в центральных и южных районах является его относительная, по сравнению с северными районами, обогащенность серой (Богородская, Конторович, Ларичев 2005). Как известно (Applied Petroleum Geochemistry 1993, Behar et al. 1997) керогены, обогащенные серой, созревают при более низких температурах. Среди стандартных керогенов II-го типа, используемых в программно-методическом комплексе TEMIS в значительных количествах серу содержит кероген миоценовой формации Монтерей (Behar et al. 1997). Однако непосредственное применение его кинетических параметров дает очевидно завышенные значения коэффициента трансформации. Вероятно, это связано с существенно более высокими содержаниями серы в керогенах свиты Монтерей по сравнению с керогенами баженовской свиты.



Наилучшее соответствие фактических и расчетных величин водородного индекса в диапазоне наблюдаемых градаций катагенеза дает промежуточный между кинетическими параметрами керогенов Monterey и Menil-1 набор кинетических параметров.

Естественным результатом работы являлась оценка общих масштабов генерации углеводородов органическим веществом баженовской НГПТ. Полученные модели (рис. 1,2) позволяют оценить общие масштабы генерации УВ в пределах территории исследований. Суммарная масса органического углерода в баженовской НГПТ на начало мезокатагенеза составила около 5.1 трлн т. Связанный с ней исходный углеводородный потенциал составил 2.5 трлн т. К настоящему времени этим органическим веществом было генерировано 0.83 трлн т углеводородов, из которых около 0.71 трлн т приходится на жидкие УВ. Определенный вклад в формирование углеводородного потенциала внесли и углеводороды, образовавшиеся на этапе протокатагенеза. Доступные пиролитические данные позволяют оценить среднее количество жидких УВ, связанных с РОВ баженовской НМТ на начало мезокатагенеза, величиной 50 мг на грамм органического углерода. Это дает увеличение исходного потенциала на 0.26 трлн т жидких УВ.

## Литература

Богородская, Л.И., Конторович, А.Э., Ларичев, А.И. Кероген. [2005] *Методы изучения, геохимическая интерпретация*. Новосибирск, 254.

Конторович, А.Э., Меленевский, В.Н., Занин, Ю.Н., Замирайлова, А.Г., Казаненков, В.А., Казарбин, В.В., Махнева, Е.Н., Ямковая, Л.С. [1998] Литология, органическая геохимия и условия формирования основных типов пород баженовской свиты (Западная Сибирь). *Геол. и геофиз.*, **39**(11), 1477-1491.

Конторович, А.Э., Фомин, А.Н., Красавчиков, В.О., Истомин, А.В. [2009] Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегаполиса. *Геол. и геофиз.*, **50**(11), 1191-1200.

Лопатин, Н.В., Емец, Т.П. [1987] *Пиролиз в нефтегазовой геохимии*. Москва, Наука, 144.

Самойленко, В.В. [2011] *Геохимия органического вещества баженовской свиты юго-востока Западной Сибири и генетически связанных с ним флюидов*. Автореферат дисерт. к.г.-м.н, Томск, 23 с.

Сафронов, П.И., Ершов, С.В., Ким, Н.С., Фомин, А.Н. [2011] Моделирование процессов генерации, миграции и аккумуляции углеводородов в юрских и меловых комплексах Енисей-Хатангского бассейна. *Геология нефти и газа*, **5**, 48-55.

Bordenave, M.L. (Ed.) [1993] *Applied Petroleum Geochemistry*. Paris, 524.

Behar, F., Vandenbroucke, M., Tang, Y., Marquis, F. and Espitalie, J. [1997] Thermal cracking of kerogen in open and closed systems: determination of kinetic parameters and stoichiometric coefficients for oil and gas generation. *Org. Geochem.*, **26**(5/6), 321-339.

Fjellanger, E., Kontorovich, A.E., Barboza, S.A., Burshtein, L.M., Hardy, M.J. and Livshits, V.R. [2010] Charging the giant gas fields of the NW Siberia basin, Petroleum Geology Conferences Ltd. Geological Society, London, *Petroleum Geology Conference series*, **7**, 659-668.

Kontorovich, A., Burshtein, L., Ershov, S., Kazanenkov, V., Kim, N., Kontorovich, V., Melenevskiy, V., Safronov, P., Fomin, A., Fursenko, E. and Shemin, G. [2011] Organic geochemistry, petroleum systems, history of oil and gas generation and accumulation in northern part of West Siberian basin. *25<sup>th</sup> International Meeting on Organic Geochemistry, Interlaken*, 236 (Abstracts).