

ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПО МАТЕРИАЛАМ СКВАЖИНЫ ТЮМЕНСКАЯ СГ-6 (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

Кирилл Васильевич Долженко

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, тел. (913)012-70-96, e-mail: DolzhenkoKV@ipgg.sbras.ru

Павел Иванович Сафронов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, младший научный сотрудник, тел. (961)222-53-41, e-mail: SafronovPI@ipgg.sbras.ru

Александр Николаевич Фомин

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, доктор геолого-минералогических наук, доцент, тел. (383)330-93-26, e-mail: FominAN@ipgg.sbras.ru

Василий Николаевич Меленевский

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)335-64-25, e-mail: MelenevskyVN@ipgg.sbras.ru

Представлены результаты изучения отражательной способности витринита, содержания органического углерода и пиролитических характеристик органического вещества юрских отложений в скважине Тюменская СГ-6. На их основе выполнено моделирование процессов нефтегазообразования органическим веществом баженовской свиты и оценены объемы генерации углеводородов.

Ключевые слова: содержание органического углерода, катагенез, пиролитические характеристики, одномерное моделирование, баженовская свита.

THE STUDY OF ORGANIC MATTER OF THE BAZHENOV FORMATION AND MODELING OF HYDROCARBON GENERATION BASED ON THE TYUMEN SG-6 WELL (WESTERN SIBERIA)

Kirill V. Dolzhenko

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Junior Research Worker, tel. (913)012-70-96, e-mail: DolzhenkoKV@ipgg.sbras.ru

Pavel I. Safronov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Junior Research Worker, tel. (961)222-53-41, e-mail: SafronovPI@ipgg.sbras.ru

Alexander N. Fomin

Novosibirsk National Research State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova St., D. Sc., Associate Professor, tel. (383)330-93-26, e-mail: FominAN@ipgg.sbras.ru

Vasily N. Melenevsky

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, Ph. D., Senior Research Worker, tel. (383)335-64-25, e-mail: MelenevskyVN@ipgg.sbras.ru

The paper results studying of vitrinite reflectance ability, total organic carbon content and pyrolytic characteristics of organic matter. There is represented data from modeling of generation processes associated with the organic matter of the Bazhenov formation in the well Tyumen SG-6. We established occurrence of Bazhenov formation in the main phase of oil generation, phase duration, generation volumes.

Key words: organic carbon content, katagenesis, pyrolytic characteristics, one-dimensional, modeling, Bazhenov formation.

Целью исследования являлось восстановление истории генерации углеводородов (УВ) органическим веществом (ОВ) баженовской свиты в разрезе скважины Тюменская СГ-6, которая пробурена в южной части Большехетской мегасинеклизы в 80-и км от г. Новый Уренгой. Скважина вскрыла мезозойско-кайнозойский разрез в полном объеме и остановлена на глубине 7502 м в отложениях перми.

На рис. 1 показано изменение отражательной способности витринита (R_{vt}^0) по разрезу скважины. Уровень зрелости ОВ баженовской свиты (глубины 3782–3845 м) отвечает середине градации $МК_1^2$ ($R_{vt}^0 - 0,72-0,76 \%$). В нижележащих георгиевской (3845–3855 м) и васюганской (3855–3983 м) свитах ОВ достигло конца градации $МК_1^2$ – начала $МК_2$ ($R_{vt}^0 - 0,82-0,87 \%$), а в тюменской (3983–4611 м) – $МК_2$ – начала $МК_3^1$ ($R_{vt}^0 - 0,87-1,22 \%$). Следовательно, рассмотренные отложения находятся в главной зоне нефтеобразования (ГЗН). Данные о содержании органического углерода ($C_{орг}$) в породах представлены на рис. 2. Максимальные значения $C_{орг}$ установлены в верхнеюрских породах, преимущественно в баженовской свите (среднее по аржиллитам – 5,03 %). В нижезалегающих средне-нижнеюрских и триасовых толщах средние значения $C_{орг}$ изменяются от 1,5 до 2,0 %. Высоким содержаниям органического углерода в баженовской свите соответствуют и повышенные значения водородного индекса HI (рис. 3), которые варьируют в пределах 117–328 мгУВ/гС_{орг}, среднее – 235 мгУВ/гС_{орг}.

С использованием полученных геохимических данных было выполнено одномерное численное моделирование процессов генерации УВ органическим веществом баженовской свиты (глубины 3782–3845 м) в программном пакете Genex. Отметки кровли и подошвы свит определялись по данным ГИС с использованием усредненных разбивок различных авторов [1, 5]. Соотношение глинистой и песчанистой составляющих в осадочных комплексах, использовавшихся при моделировании, оценены методом Альфа-ПС. Тепловая история отложений восстановлена на основе данных по палео- и современным температурам в скважине [2, 5] и откалибрована по отражательной способности витринита. Тепловой поток задан на границе литосферы переменным значением, начиная с повышенного (155 мВт/м^2), во время формирования триасового туфо-эффузивного комплекса с последующим снижением. Значения пиролитических характеристик ОВ (T_{max} , HI) показали хорошую сходимость с модельными построениями.

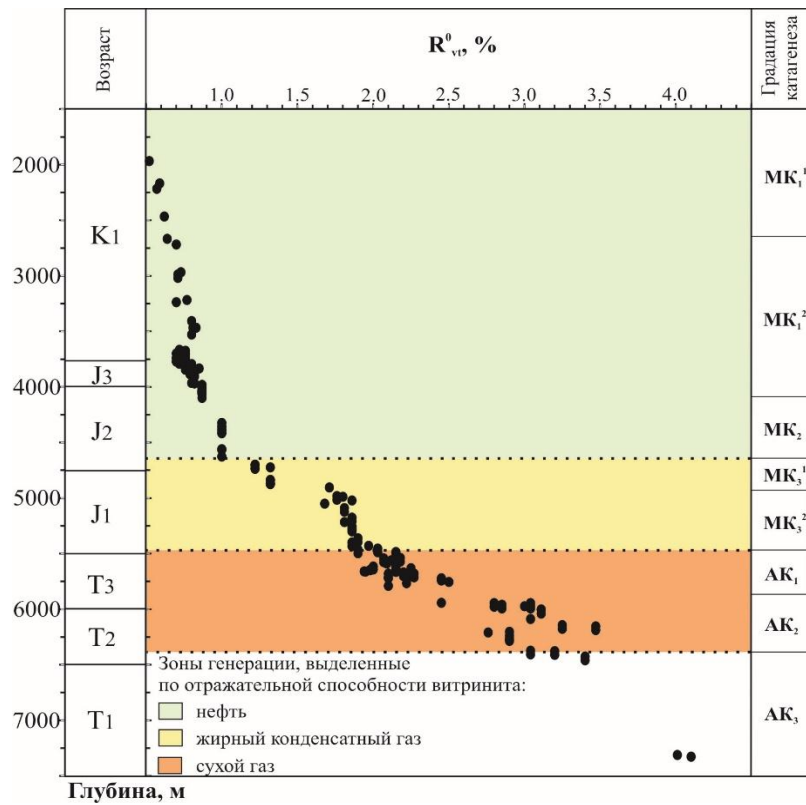


Рис. 1. Изменение отражательной способности витринита (R^0_{vt}) с глубиной в разрезе скв. Тюменская СГ-6

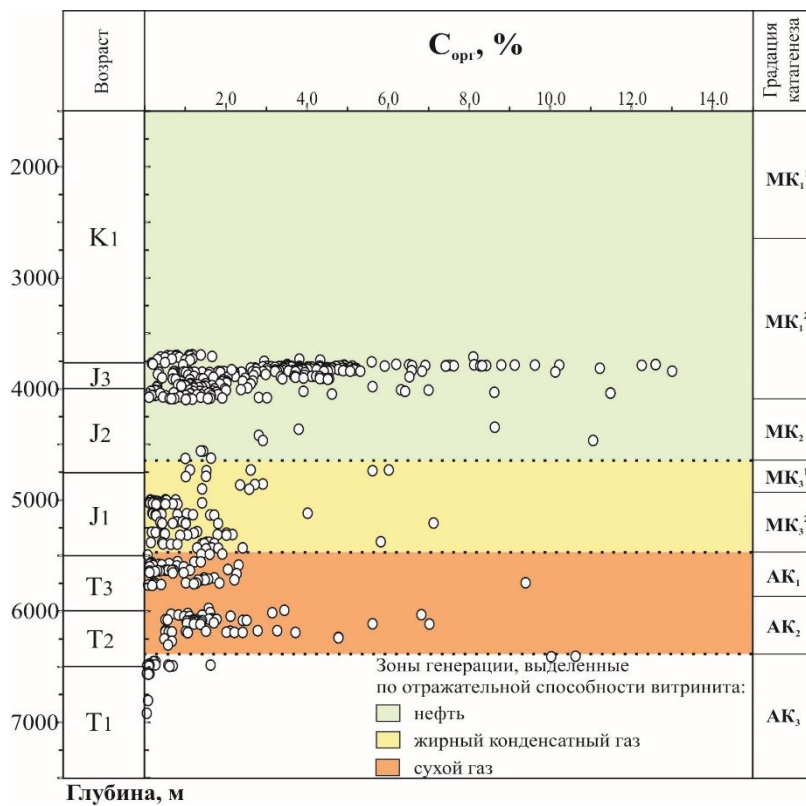


Рис. 2. Распределение содержаний органического углерода ($C_{орг}$) в породах по разрезу скв. Тюменская СГ-6

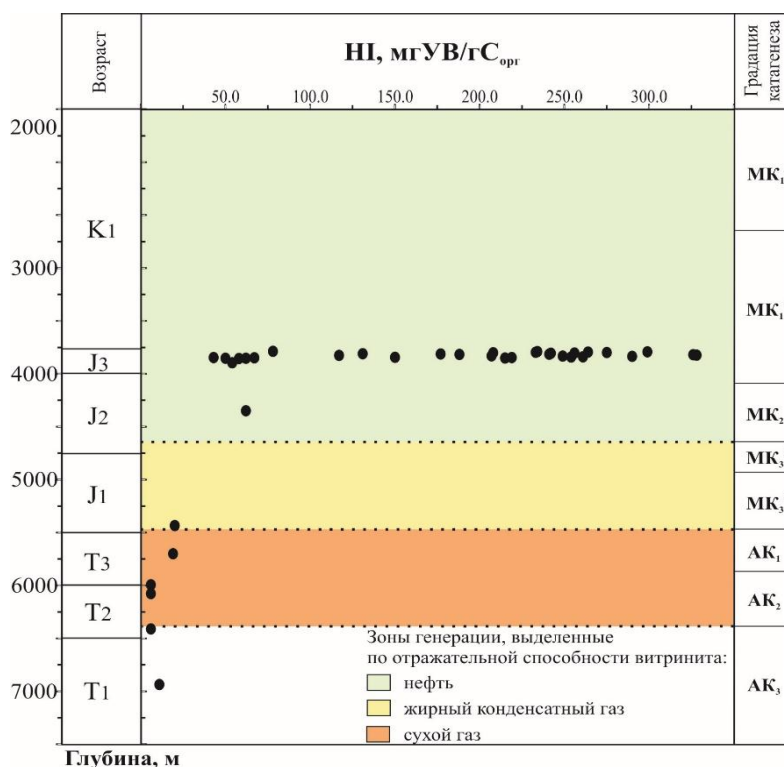


Рис. 3. Изменение значений водородного индекса HI с глубиной в разрезе скв. Тюменская СГ-6

Согласно проведенным ранее исследованиям, в баженовской свите предполагается аквагенное органическое вещество [4], в соответствии с этим и был выбран кероген II-го типа из встроенной библиотеки Genex. Исходное содержание органического углерода было рассчитано по формуле [6]:

$$C_{\text{орг}}^0 = C_{\text{орг}} / (1 - (TR * HI^0 * 0,83 * 10^{-3})),$$

где $C_{\text{орг}}^0$ – исходное содержание органического углерода (%), $C_{\text{орг}}$ – содержание органического углерода в настоящий момент (%), TR – скорость трансформации (доли единицы), HI^0 – исходный водородный индекс (мгУВ/гC_{орг}), 0,83 – содержание C_{орг} в продуктах генерации. Было установлено, что среднее содержание C_{орг} в настоящий момент равно 5,03 %, HI взят на основании модельных данных для керогена II типа – 627 мгУВ/гC_{орг}, TR рассчитан с помощью модели – 0,725, начальный $C_{\text{орг}}^0 = 8,04$ %.

На рис. 4 показана кумулятивная генерация жидких и газообразных УВ органическим веществом баженовской свиты. Отложения вступили в ГЗН в позднемеловое время (глубина 2800 м, температура 116°C) 92,9 млн лет назад. Главным образом шла генерация жидких углеводородов. Органическим веществом свиты было образовано 2720 тыс. тонн/км² нефти к окончанию позднего мела, что согласуется с ранее проведенными региональными оценками процессов нефтегазообразования [3]. Суммарно в окрестностях скважины было образовано 4627 тыс. тонн нефти на 1 км² площади.

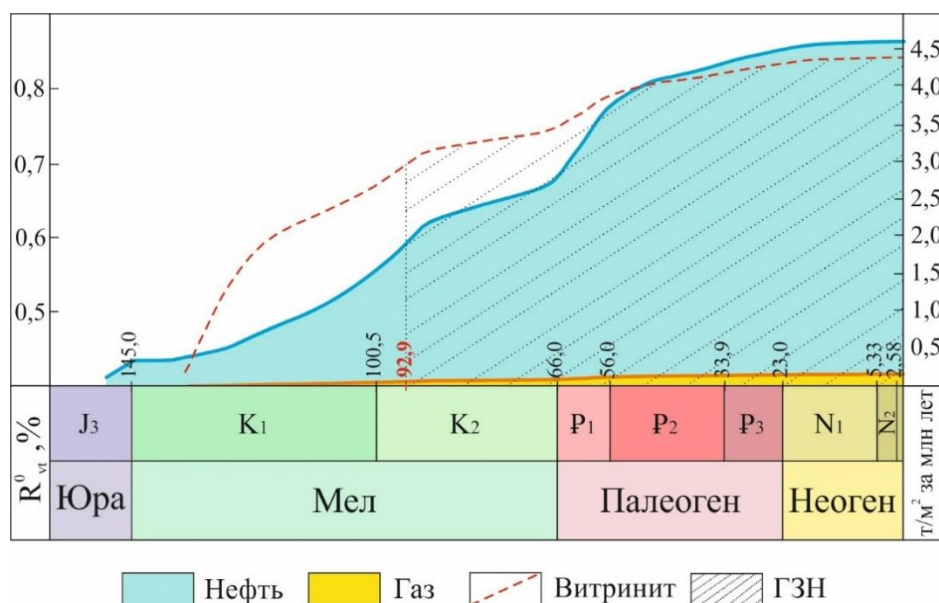


Рис. 4. Кумулятивная (накопленная) генерация жидких и газообразных углеводородов органическим веществом баженовской свиты в скв. Тюменская СГ-6

Среднее значение водородного индекса и результаты моделирования позволяют предположить, что интенсивность процессов нефтеобразования на данный момент снизилась. Также следует отметить, что в районах, где свита только входит в главную зону нефтеобразования, в будущем можно ожидать близких по значению объемов генерации УВ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ехлаков Ю. А., Угрюмов А. Н. Триасовые и юрские отложения в разрезе Тюменской сверхглубокой скважины // Результаты бурения и исследования Тюменской сверхглубокой скважины: Тез. докл. совещания. – Пермь : КамНИИКИГС, 1995. – С. 29–31.
2. Исаев В. И., Рылова Т. Б., Гумерова А. А. Палеоклимат Западной Сибири и реализация генерационного потенциала нефтематеринских отложений // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т. 324, № 1. – С.93–101.
3. Историко-геологическое моделирование процессов нефтидогенеза в мезозойско-кайнозойском осадочном бассейне Карского моря (Бассейновое моделирование) / А. Э. Конторович, Л. М. Бурштейн, Н. А. Малышев и др. // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 8. – С. 1179–1226.
4. Литология, органическая геохимия и условия формирования основных типов пород баженовской свиты (Западная Сибирь) / А. Э. Конторович, В. Н. Меленевский, Ю. Н. Занин и др. // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39, № 11. – С. 1477–1491.
5. Мясникова Г. П., Оксенойд Е. Е. Некоторые геологические результаты сверхглубокого бурения в Западной Сибири // Нефть и газ. – 2012. – №3. – С. 13–19.
6. Peters K. E., Walters C. C., Moldowan J. M. The Biomarker Guide. Biomarkers and Isotopes in Petroleum Exploration and Earth History. – UK, Cambridge : UK Cambridge University Press, 2004. – 1155 p.

© К. В. Долженко, П. И. Сафронов, А. Н. Фомин, В. Н. Меленевский, 2017