

М. А. Фомин^{1}, И. А. Барабаш, А. А. Дёшин², К. В. Долженко³*

Масштабы генерации нефти органическим веществом различных литотипов баженовской свиты (на примере Малобалькского месторождения, Западная Сибирь)

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск,
Российская Федерация

² ООО «Газпромнефть НТЦ», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

³ ООО «ФИАНУМ Лаб», г. Москва, Российская Федерация

* e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Представлены результаты одномерного моделирования истории генерации нефти органическим веществом, содержащимся в различных литотипах баженовской свиты в разрезе одной из скважин Малобалькского месторождения (ХМАО, Западная Сибирь). Количественно оценен вклад каждого литотипа в общий объем нефтеобразования. Рассчитаны две модели истории генерации жидких углеводородов. В первой использовались кинетические параметры керогена из стандартной библиотеки программного продукта, в котором выполнялось моделирование, а во второй – параметры, полученные экспериментально в ИНГГ СО РАН по материалам одной из пробуренных на этом месторождении скважин. Показано, что для достоверной оценки масштабов генерации углеводородов необходимо экспериментально определять кинетические параметры керогена для каждой изучаемой площади или месторождения.

Ключевые слова: баженовская свита, Западная Сибирь, органическое вещество, кинетические параметры керогена, моделирование

M. A. Fomin^{1}, I. A. Barabash, A. A. Deshin², K. V. Dolzhenko³*

Volumes of oil generation by organic matter of different lithotypes of the Bazhenov Formation (Malobalykskoye field, Western Siberia)

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Russia, Novosibirsk,

² Gazprom Neft Scientific and Technical Center, Russia, Sankt-Petersburg

³ Fianum-lab, Russia, Moscow

* e-mail: FominMA@ipgg.sbras.ru

Abstract. The results of one-dimensional modeling of the history of oil generation by organic matter contained in various lithotypes of the Bazhenov Formation in the section of the wells of the Malobalykskoye field (KhMAO, Western Siberia) are presented. The contribution of each lithotype to the total volume of oil formation was quantitatively assessed. Two models for the history of generation of liquid hydrocarbons have been calculated. The first used kinetic parameters of kerogen from the standard library of the software product in which the modeling was carried out. The second model used parameters obtained experimentally at the IPGG SB RAS based on materials from one of the wells drilled in this field. It is shown that in order to reliably assess the scale of hydrocarbon generation, it is necessary to experimentally determine the kinetic parameters of kerogen for each studied area or deposit.

Keywords: Bazhenov formation, West Siberia, organic matter, kinetic parameters of kerogen, modeling

Введение

Баженовская свита является основной нефтематеринской толщей Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна и распространена на всей его территории, замещаясь в периферийных областях возрастными аналогами [1]. Эти морские отложения позднеюрско-раннемелового возраста характеризуются высокой неоднородностью литологического состава по разрезу, в том числе из-за различного содержания в породах органического вещества (ОВ). Эти особенности отражаются в различных нефтегенерационных свойствах ОВ литотипов. В этой связи восстановление истории генерации жидких углеводородов органическим веществом, рассеянным в различных типах слагающих ее пород, с помощью одномерного моделирования представляется актуальной задачей.

Методы и материалы

В качестве объекта исследования выбран разрез баженовской свиты в одной из скважин на Малобалыкском месторождении (Рисунок 1). В результате аналитических исследований образцов керны ранее был определен химический и минерально-компонентный состав пород [2], а также пиролитические свойства рассеянного в них органического вещества. Эти данные послужили основой для одномерного моделирования.

Нижняя часть изученного разреза представлена микститами кероген-глинисто-кремнистыми, средняя – силицитами и силицитами керогеновыми. Породы верхней части разреза наиболее обогащены органическим веществом, обладают повышенным содержанием карбонатного материала и являются основными нефтегенерирующими толщами. Современные содержания органического вещества достигают 20%. По степени зрелости оно находится в главной фазе нефтеобразования.

Для проведения вычислительных экспериментов использовался программный пакет Genex, разработанный французской компанией Viescer-Franclab и предоставленный кафедре геологии месторождений нефти и газа Новосибирского государственного университета. В основе его работы заложены алгоритмы, функционирующие согласно законам термодинамики. Моделирование осуществляется на основе решений уравнений тепло- и массопереноса в пористой среде, химической кинетики и других, а также на основе анализа геологических процессов, участвующих в формировании нефтегазоносных бассейнов [3].

В рассчитанной одномерной модели разрез баженовской свиты был представлен в виде последовательности слагающих ее литотипов. В программном продукте вручную были созданы все выделенные литотипы, их литологический состав был задан согласно результатам лабораторных исследований керны. Для калибровки тепловой истории при построении модели были использованы значения отражательной способности витринита (псевдовитринита), полученные на основе данных пиролиза. Модель была рассчитана при постоянной мощности теплового потока в 43-44 мВт/м².

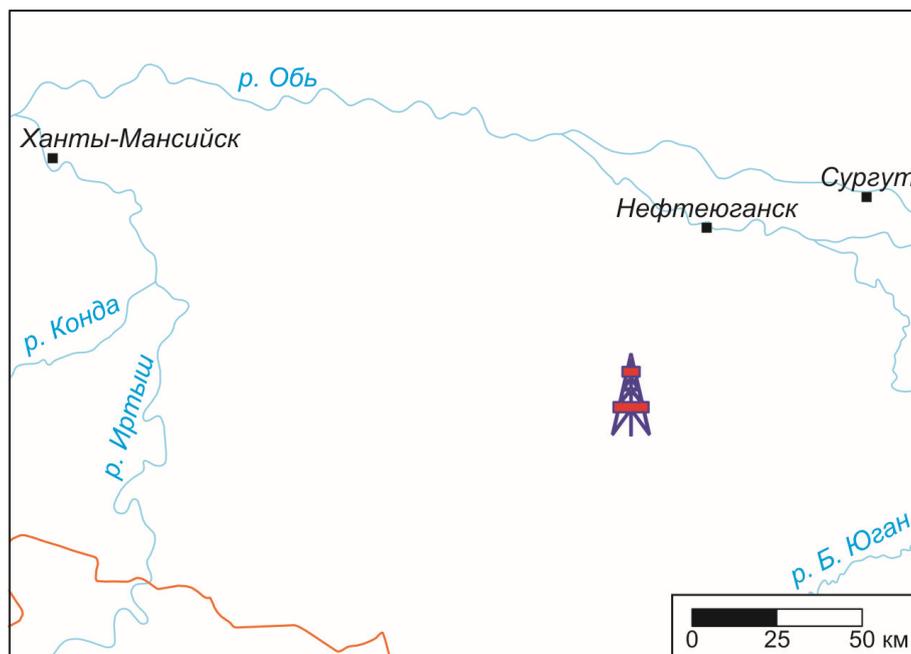


Рис. 1. Обзорная карта района исследования

В ходе одномерного моделирования объем генерации нефти ОВ каждого литотипа баженовской свиты был оценен с использованием кинетических параметров керогена из стандартной библиотеки “Genex” и по экспериментально определенным данным на рассматриваемой площади.

Результаты

Результаты пиролитических исследований показали, что органическое вещество свиты аквагенное (II тип керогена, $HI = 200-530$ мг УВ/г ТОС), находится в главной зоне нефтеобразования (градиация катагенеза MK_1^2 , $R_{vt}^0 = 0,73-0,84\%$). Значения T_{max} в большей части образцов (77% коллекции) изменяется от 440 до 444 °С. Наиболее обогащены органическим веществом (C_{org} до 15,5% на породу) отложения верхней части изученного разреза баженовской свиты, которые являются основными нефтегенерирующими породами (S_1 до 6,7 мг УВ/г породы, S_2 до 82,8 мг УВ/г породы, $PI < 0,1$).

Моделирование тепловой истории показало, что баженовская свита вошла в главную зону нефтеобразования (ГЗН) 65-70 млн лет назад. В настоящее время свита прогрета до температур 120-125 °С.

По результатам оценки объемов генерации жидких углеводородов ОВ различных литотипов баженовской свиты установлено, что наибольшее количество углеводородов было сгенерировано органическим веществом микститов кероген-кремнистых и силицитов керогеновых (Рисунок 2), залегающих, в основном, в верхней части разреза. Наименьший вклад в общую нефтегенерацию внесло ОВ карбонатов и силицитов. Результаты количественной оценки объемов генерации, полученные по кинетическим параметрам керогена стандартной библиотеки “Genex”, и по параметрам, полученным при детальном анализе керна, отли-

чаются в 2 раза. Это указывает на необходимость определять кинетические параметры керогена экспериментально для каждой новой площади, разрез которой планируется изучать, чтобы избежать ошибки при последующей количественной оценке ресурсов нефти.

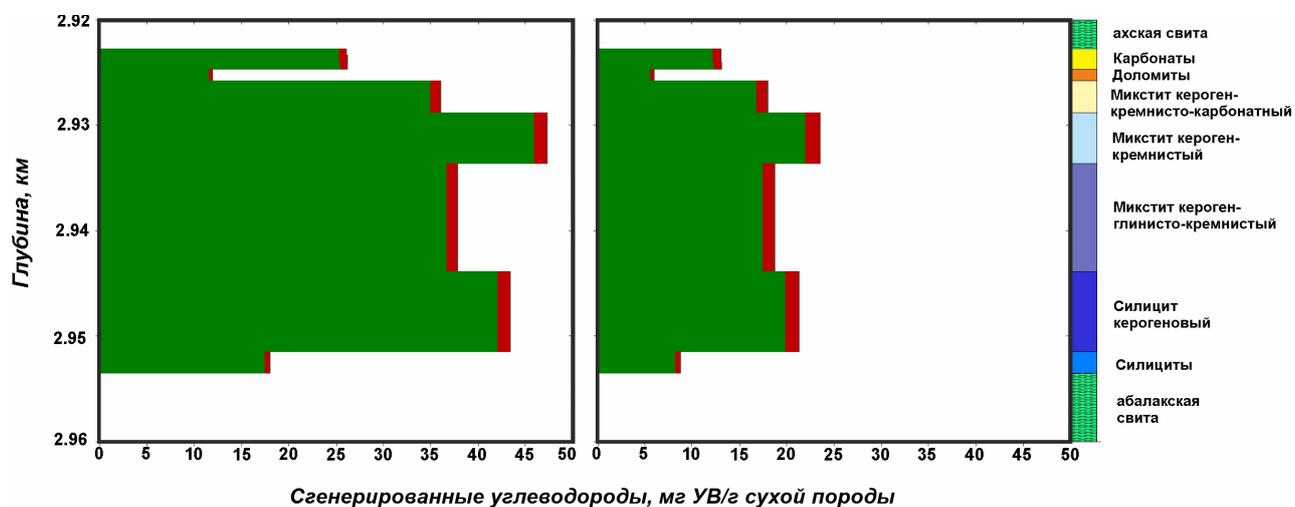


Рис. 2. Графики удельного количества жидких углеводородов, сгенерированных органическим веществом различных литотипов баженовской свиты, полученные с использованием стандартных кинетических параметров керогена (слева) из программного пакета “Genex” и экспериментально установленных кинетических параметров керогена (справа)

Заключение

Моделирование тепловой истории в разрезе одной из скважин Малобалыкского месторождения позволило установить, что активная генерация жидких углеводородов из органического вещества баженовской свиты началась 65-70 млн лет назад, когда эти отложения вошли в главную зону нефтеобразования. Больше всего нефти было образовано органическим веществом микститов кероген-кремнистых и силицитов керогеновых.

В результате оценки количества образованных жидких углеводородов ОВ различных литотипов баженовской свиты установлено, что объемов генерации, посчитанные на основе кинетических параметров керогена из стандартной библиотеки “Genex”, и на основе параметров, установленных экспериментально для рассматриваемой площади, отличаются в два раза. Это указывает на необходимость определять кинетические параметры керогена экспериментально для каждой новой площади.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта НИР FWZZ-2022-0012 Программы ФНИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыжкова С.В., Бурштейн Л.М., Ершов С.В., Казаненков В.А., Конторович А.Э., Конторович В.А., Нехаев А.Ю., Никитенко Б.Л., Фомин М.А., Шурыгин Б.Н., Бейзель А.Л., Борисов Е.В., Золотова О.В., Калинина Л.М., Пономарева Е.В. Баженовский горизонт Западной Сибири: строение, корреляция и толщины // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 7. – №59. – С. 1053-1074.
2. Фомин М.А., Сайтов Р.М., Замирайлова А.Г. Литология и нефтеносность баженовской свиты в центральной части Мансийской синеклизы // Георесурсы. – 2023. – Т.25. – № 4. – С. 176-191.
3. Галушкин Ю.И. Моделирование осадочных бассейнов и оценка их нефтегазоносности / Ю.И. Галушкин. – Москва: Научный мир, 2007. – 456 с.

© М. А. Фомин, И. А. Барабаш, А. А. Дёшин, К. В. Долженко, 2024