

С. В. Рыжкова^{1}, А. А. Дешин¹*

Оценка влияния литологического состава баженовской свиты на результаты одномерного моделирования нефтегазообразования

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: RizhkovaSV@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Выполнено одномерное бассейновое моделирование в четырех скважинах для реконструкции нефтегазообразования породами баженовской свиты однородного и смешанного состава.

Ключевые слова: баженовская свита, моделирование генерации углеводородов

S. V. Ryzhkova^{1}, A. A. Deshin¹*

Assessment of influence of the Bazhenov formation lithological composition on the one-dimensional modeling of petroleum generation results

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS,
Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: PopovAY@ipgg.sbras.ru

Abstract. One-dimensional basin modeling was performed in four wells for the reconstruction of oil and gas formation by rocks of the Bazhenov formation of homogeneous and mixed composition.

Keywords: the Bazhenov formation, hydrocarbon generation modeling

Введение

Моделирование нефтегазообразования является неотъемлемой частью количественной оценки углеводородов при прогнозе нефтегазоносности недр и планировании геологоразведочных работ. Для оценки генерации углеводородов необходимо корректно воссоздать термическую историю осадочного чехла [1]. Баженовская свита, как известно, является не только нефтегенерирующей толщей, но и нетрадиционным резервуаром нефти. Точность оценки генерационного потенциала приобретает особую важность для подсчета запасов содержащихся в ней залежей. Современные исследования показали сложную структуру разреза свиты, состоящую из переслаивания пород с различным содержанием кремнистой, глинистой, карбонатной составляющей и органического вещества [2-4]. Поведению нефтегазоносной системы баженовской свиты с учетом различия теплопроводности пород уделяется мало внимания. Основные разработки касаются изменения параметров скелета породы под воздействием температуры для разработки методик добычи нефти [5]. В настоящей работе предпринята по-

пытка проанализировать имеющиеся данные с учетом теплопроводности и теплоемкости пород.

Методы и материалы

Для реконструкции процессов нефтегазообразования было выполнено одномерное моделирование в разрезе четырех скважин (рис. 1). Разрезы баженовской свиты в изученных скважинах характеризуют её литологический состав в центральных и юго-восточных районах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.



Рис. 1. Обзорная схема расположения изученных скважин

На основе результатов геофизических исследований скважин с учетом информации по литологии и абсолютных возрастах стратиграфических горизонтов были построены в современных глубинах лито-стратиграфические колонки скважин. Методом разуплотнения разреза из колонок восстановлена история процессов осадконакопления.

Моделирование проведено в двух вариантах. В первом принято, что разрез баженовской свиты сложен глинистыми породами с преобладающим аргиллитом в составе. Во втором – смешанным составом из угля, песчаника, алевролита, аргиллита, известняка, доломита и пирита. Содержанию угля соответствует среднее содержание в разрезе баженовской свиты органического вещества, песчаника – кремнистого вещества, алевролита – полевых шпатов, аргиллита – глинистого вещества, известняка или доломита – соответствующего карбонатного вещества. Тепловая история скважин калибровалась по измерениям отражательной способности витринита.

Начальные концентрации органического вещества в породах баженовской свиты были восстановлены исходя из рассчитанных значений степени преобразованности органического вещества и современных содержаний органического углерода [6].

Для реконструкции динамики процессов генерации углеводородов использованы кинетические характеристики органического вещества, полученные в ИНГГ СО РАН после обработки результатов пиролитических экспериментов слабо преобразованных пород [7].

Результаты

В результате моделирования получены значения максимальной температуры в баженовской свите на протяжении всей истории формирования осадочного чехла, пористости при современной степени уплотнения свиты, степени преобразованности органического вещества, плотности генерации углеводородов при однородном и смешанном составе разрезов скважин четырех площадей (табл. 1).

Таблица 1

Результаты реконструкции процессов нефтегазообразования

Площадь	Параметр 1	Параметр 2	Параметр 3	Параметр 4	Вариант
Майская	96.8	11.35	1.9	0.38	1
	97	18.31	1.9	0.42	2
	0.2	6.96	0	0.04	3
Арчинская	100.7	11.6	13.3	0.9	1
	100.7	18.48	13.3	1	2
	0	6.88	0	0.1	3
Западно-Квензерская	114.1	10.36	30.4	1.02	1
	114.1	16.97	30.6	1.11	2
	0	6.61	0.2	0.09	3
Северо-Салымская	121.8	9.97	2.3	0.27	1
	121.9	17.31	2.3	0.29	2
	0.1	7.34	0	0.02	3

Параметр 1 - Максимальная температура баженовской свиты, t °С;

Параметр 2 - Максимальная пористость баженовской свиты, %;

Параметр 3 - Преобразованность, %;

Параметр 4 - Плотность генерации жидких УВ органическим веществом баженовской свиты, тыс.т/км²;

Варианты - 1 – однородный литологический состав, 2 – смешанный литологический состав, 3 – разница.

Обсуждение

По результатам наибольшие различия при моделировании нефтегазообразования породами баженовской свиты однородного и смешанного состава полу-

чены по значениям пористости баженовской свиты – около 7 %. Пористость баженовской свиты, как показано в работах [3, 8], сформирована за счет преобразования органического вещества и минеральной матрицы пород. Количество органического вещества в обоих вариантах расчетов одинаково. Можно предположить, что именно смешанный состав пород приводит к увеличению значений пористости.

Степень преобразованности органического вещества связана с двумя факторами: степенью прогрева и характером кинетического распределения. Если на юге Западной Сибири керогены баженовской свиты по кинетическому распределению, соответствуют I типу, то ближе к Широному Приобью преобладает II тип в его классическом понимании, а значит он менее реакционноспособен. Именно этим объясняется слабая степень преобразованности органического вещества баженовской свиты на Северо-Салымской площади.

Изменение различий плотности генерации жидких УВ органическим веществом баженовской свиты от 0,04 тыс.т/км² на Майской площади до 0,09 тыс.т/км² на Западно-Квензерской на первый взгляд согласуется с разницей в катагенезе пород [9]. Такая разница в кумулятивной генерации УВ соответствует 10 %, что при большей реализации генерационного потенциала будет играть ключевую роль. Различия в изменениях максимальных температур баженовской свиты вероятно связано не с литологическим составом пород, а с историей тектонического развития локальных площадей.

Заключение

Моделирование нефтегазообразования органическим веществом баженовской свиты с учетом смешанного состава пород уточняет ряд параметров нефтегазоносной системы нефтегенерирующей и нефтесодержащей баженовской свиты, среди которых наиболее важный – пористость. При уточнении литологического состава только одной толщи эта дополнительная информация не существенно повлияет на оценку ресурсов. Однако при более точном определении литологического состава всего разреза, разница в результатах моделирования будет различаться существенно. В дальнейшем следует увеличить количество определений и более подробно проанализировать взаимосвязь установленных различий с факторами, контролирующими нефтеносность баженовской свиты.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке проектов FWZZ-2022-0012, FWZZ-2022-0007. Авторы выражают благодарность за предоставленный материал по литологическому составу пород А. Г. Замирайловой и В. Г. Эдер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Hantschel, T. Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling / T. Hantschel, A. I. Kauerauf. – Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Science & Business Media, 2009 – 476 p.
2. Конторович А.Э., Ян П.А., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г. Классификация пород баженовской свиты // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57. – № 11. – С. 2034-2043.

3. Калмыков Г.А., Балущкина Н.С. Модель нефтенасыщенности порового пространства пород баженовской свиты Западной Сибири и ее использование для оценки ресурсного потенциала. – М: ГЕОС, 2017. – 246 с.
4. Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Дзюба О.С., Замирайлова А.Г. Литостратиграфия и обстановки седиментации баженовской свиты (Западная Сибирь) в центральном, юго-восточном и северном районах ее распространения // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2022. – Т. 30. – № 5. – С. 46-74.
5. Юдин В.А., Королёв А.В., Афанаскин И.В., Вольпин С.Г. Теплоёмкость и теплопроводность пород и флюидов баженовской свиты – исходные данные для численного моделирования тепловых способов разработки. – М.: ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН, 2015. – 225 с.
6. Applied petroleum geochemistry / ed. M.L. Bordenave. – Paris: Editions Technip, 1993. – 524 p.
7. Бурштейн Л.М., Костырева Е.А., Дешин А.А., Долженко К.В. К оценке кинетических параметров керогенов баженовского горизонта юго-восточных районов Западно-Сибирского бассейна // Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа - XXI век: Материалы Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых, посвященной 150-летию академика АН СССР И.М. Губкина и 110-летию академика АН СССР и РАН А.А. Трофимука (г. Новосибирск, 14-15 сентября 2021 г.) – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2021. – С. 97-100.
8. Конторович А.Э., Родякин С.В., Бурштейн Л.М., Костырева Е.А., Рыжкова С.В., Ян П.А. Пористость и нефтенасыщенность пород баженовской свиты // Геология нефти и газа. – 2018. – № 5. – С. 61-73.
9. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна / Научн. ред. академик А.Э. Конторович; Рос. Акад. Наук, Сиб. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. – 331 с.

© С. В. Рыжкова, А. А. Дешин, 2023