

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАФТИДООБРАЗОВАНИЯ В ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Елена Александровна Глухова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, инженер, e-mail: GlukhovaEA@ipgg.sbras.ru; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, студент

Павел Иванович Сафронов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, к.г.-м.н., научный сотрудник, e-mail: SafronovPI@ipgg.sbras.ru

Лев Маркович Бурштейн

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3, д.г.-м.н. главный научный сотрудник, e-mail: levi@ipgg.sbras.ru

Выполнено одномерное бассейновое моделирование в четырех скважинах для реконструкции термической истории отложений и реконструкции эффективных значений плотности теплового потока.

Ключевые слова: нефть, газ, кероген, баженовская свита, рассеянное органическое вещество, бассейновое моделирование

OIL AND GAS MODELING GENERARION IN THE JURASSIC SEDIMENTS IN THE SOUTH-EASTERN OF THE WEST SIBERIAN PETROLEUM PROVINSE

Elena A. Glukhova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptyuga Ave., engineer, e-mail: GlukhovaEA@ipgg.sbras.ru; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, Pirogova st. 2, student

Pavel I. Safronov

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptyuga Ave., PhD, Researcher, e-mail: SafronovPI@ipgg.sbras.ru

Lev M. Burshtein

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3, Akademika Koptyuga Ave., Dr. Sc., Chief Scientist, e-mail: levi@ipgg.sbras.ru

The article presents the one-dimensional basin modeling performed in four wells to reconstruct the thermal history of deposits and reconstruct the effective values of the heat flow density.

Keywords: oil, gas, kerogen, Bazhenov formation, dispersed organic matter, basin modeling

Территория исследования находится в Томской, Омской и северных районах Новосибирской области (Рис. 1) и приурочена к Васюганской и южной части Каймысовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

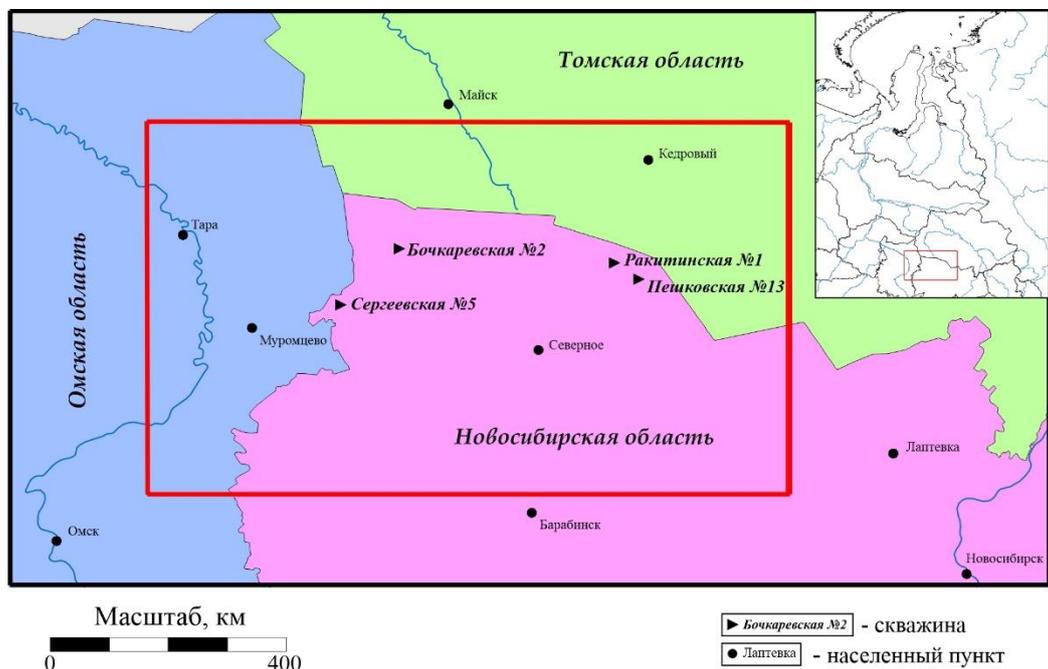


Рис. 1. Административная карта исследуемой территории на юго-востоке Западной Сибири

Промышленные притоки нефти связаны в основном с келловей-волжскими отложениями [1]. В верхнеюрской части разреза выделяется регионально выдержанный пласт Ю₁, являющийся резервуаром. Его перекрывают кремнисто-глинисто-известковистые породы баженовской свиты, которые выступают как в роли региональной покрышки, так и в роли крупнейшего источника углеводородов в Западной Сибири.

Целью исследования являлась реконструкция динамики и масштабов генерации углеводородов в баженовской нефтегазопроизводящей толще.

Для реконструкции термической истории отложений и реконструкции эффективных значений плотности теплового потока через основание осадочного чехла было выполнено одномерное бассейновое моделирование в четырех скважинах (Рис. 1).

История процессов осадконакопления была восстановлена методом разуплотнения разреза из лито-стратиграфических колонок, содержащих информацию о литологии, современных глубинах и абсолютных возрастах стратиграфических горизонтов. Калибровка тепловой истории отложений выполнена на основе распределения по площади и в разрезе современных значений отражательной способности витринита – R_o^{vt} . Были использованы постоянные во

времени значения плотностей, поэтому полученные оценки надо рассматривать как «эффективные» [2,3,4].

Исходя из рассчитанных значений степени преобразованности органического вещества и современных содержаний органического углерода [5,6] были восстановлены начальные концентрации органического вещества в породах баженовской свиты.

Кинетические характеристики органического вещества были получены в ИНГГ СО РАН после обработки результатов пиролитических экспериментов слабо преобразованных образцов и использованы для реконструкции динамики процессов генерации углеводородов.

В скважине Бочкаревская №2 по результатам калибровки тепловой истории значение эффективной плотности теплового потока на нижней границе верхней мантии составило 30 МВт/м². Расчётное современное значение отражательной способности витринита в баженовской нефтегазопроизводящей толще достигает 0,59 %, что соответствует началу главной зоны нефтегазообразования (МК₁¹). Расчётные массы генерированных жидких и газообразных продуктов 71,2 и 6,2 тыс. тонн/км² за соответственно (Рис. 2). Степень преобразованности органического вещества не велика – 1,9 %.

В скважине Ракитинская №1 по результатам калибровки тепловой истории значение эффективной плотности теплового потока на нижней границе верхней мантии составило 40 МВт/м². Расчётное современное значение отражательной способности витринита в баженовской нефтегазопроизводящей толще достигает 0,72 %, что соответствует главной зоне нефтегазообразования и градации катагенеза МК₁².

Расчётные массы генерированных жидких и газообразных продуктов 1383,4 и 116,4 тыс. тонн/км² соответственно (Рис. 2). Степень преобразованности органического вещества – 19,5 %.

В скважине Пешковская №13 по результатам калибровки тепловой истории значение эффективной плотности теплового потока на нижней границе верхней мантии составило 45 МВт/м². Расчётное современное значение отражательной способности витринита в баженовской нефтегазопроизводящей толще достигает 0,84 %, что соответствует главной зоне нефтегазообразования (МК₁²). Расчётные массы генерированных жидких и газообразных продуктов 4473,7 и 366,8 тыс. тонн/км² соответственно (Рис. 2). Степень преобразованности органического вещества – 56,7 %.

В скважине Сергеевская №5 по результатам калибровки тепловой истории значение эффективной плотности теплового потока на нижней границе верхней мантии составило 45 МВт/м². Расчётное современное значение отражательной способности витринита в баженовской нефтегазопроизводящей толще достигает 0,91 %, что соответствует градации катагенеза МК₂. Расчётные массы генерированных жидких и газообразных продуктов 3443,3 и 274,6 тыс. тонн/км² соответственно (Рис. 2). Степень преобразованности органического вещества – 74,4 %.

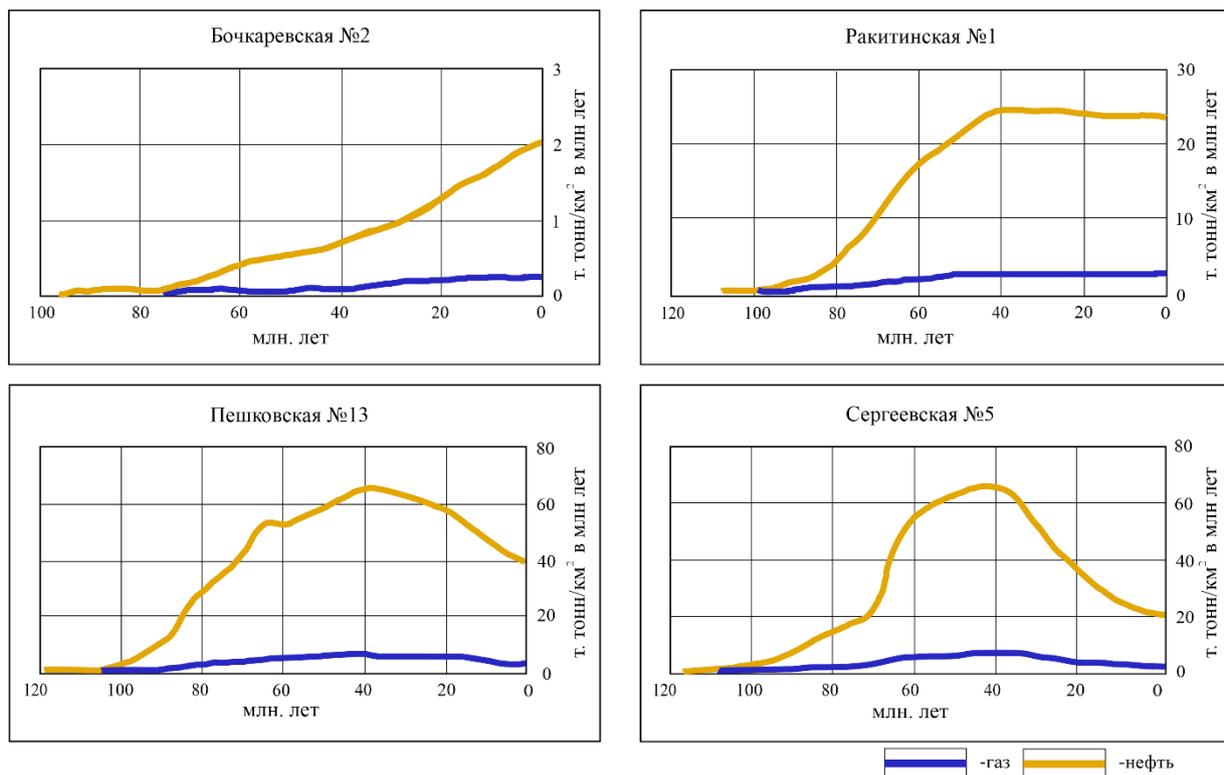


Рис. 2. Интенсивность генерации нефти и газа баженовской свитой в разрезах скважин: Бочкаревская №2, Ракитинская №1, Пешковская №13, Сергеевская №5

Согласно исследованию, тепловая история отложений может значительно отличаться в границах исследуемой территории, о чем свидетельствует распределение по площади и в разрезе современных значений отражательной способности витринита [2]. Породы баженовского горизонта находятся в диапазоне градаций катагенеза – $МК_1^2$ – $МК_2$, в продуктах генерации преобладает жидкая составляющая.

Определяющими факторами, контролирующими распределение плотности теплового потока в Западно-Сибирском осадочном бассейне, могут быть: строение, возраст и глубина залегания фундамента в сочетании с гидрогеологическими условиями [7]; повышение значений теплового потока в областях глубоких разломов [8]; гидрогеологические условия [9]; история тектонического развития бассейна, наличие в разрезе пород с различными теплофизическими свойствами, влияние резких вариаций климата [10].

На существующем этапе исследования сложно сказать какими из перечисленных факторов (или их сочетания) контролируется распределение эффективного глубинного потока на территории исследования.

На следующих этапах исследования для построения схемы эффективного теплового потока через нижнюю границу верхней мантии на территории исследования планируется выполнить бассейновое моделирование в дополнительных скважинах.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Новосибирской области в рамках Проекта №19-45-54005 р_а «Разработка фундаментальных основ поисков и подсчета трудноизвлекаемых запасов нефти баженовской свиты Западной Сибири, включая оценку ресурсов Новосибирской области».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. –114 с.
2. Конторович А.Э., Фомин А.Н., Красавчиков В.О., Истомин А.В. Катагенез органического вещества в кровле и подошве юрского комплекса Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 11. – С. 1191-1200.
3. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества. Методы диагностики. – Lambert Academic Publishing, 2012. – 226 с.
4. Фомин А.Н., Конторович А.Э., Красавчиков В.О. Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности юрских, триасовых и палеозойских отложений северных районов Западно-Сибирского мегабассейна // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42. – № 11—12. – С. 1875-1887.
5. 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.59. – №7. – С. 1053-1074.
6. Рыжкова С.В., Пономарева Е.В., Замирайлова А.Г. Строение баженовского резервуара и прогноз нефтеносности горизонта Ю₀ баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2020. – Т. 15. – № 4. – С. 1-23.
7. Ставицкий Б.П. Геотермические условия Западно-Сибирской низменности // Геология СССР. Т. 44. Западно-Сибирская Низменность. Ч. II. Нефтегазоносность и гидрогеологические условия. – М.: Недра, 1964 – С. 205–209.
8. Кругликов Н.М. Связь между разломами в фундаменте и тепловыми аномалиями в чехле // Сравнительный анализ нефтегазоносности и тектоники Западно-Сибирской плиты. – Л.: Недра, 1965. - С. 117-124.
9. Маврицкий Б.Ф. О геотермических условиях Западно-Сибирского артезианского бассейна // Докл. АН СССР. – 1959. – Т. 129. – №5. – С. 1134-1137.
10. Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М.: Недра, 1992. – 231 С.

REFERENCES

1. Reshenie 6-go Mezhvedomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennyh stratigraficheskikh skhem mezozojskikh otlozhenij Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk, 2003 g. – Novosibirsk: SNIIGGiMS, 2004. –114 s.
2. Kontorovich A.E., Fomin A.N., Krasavchikov V.O., Istomin A.V. Katagenez organicheskogo veshchestva v krovle i podoshve yurskogo kompleksa Zapadno-Sibirskogo megabassejna // Geologiya i geofizika. – 2009. – Т. 50. – № 11. – С. 1191-1200.
3. Fomin A.N. Katagenez organicheskogo veshchestva. Metody diagnostiki. – Lambert Academic Publishing, 2012. – 226 s.
4. Fomin A.N., Kontorovich A.E., Krasavchikov V.O. Katagenez organicheskogo veshchestva i perspektivy neftegazonosnosti yurskikh, triasovyh i paleozojskikh otlozhenij severnyh rajonov

Zapadno-Sibirskogo megabassejna // Geologiya i geofizika. – 2001. – T. 42. – № 11—12. – С. 1875-1887.

5. Ryzhkova S.V., Burshtejn L.M., Ershov S.V., Kazanenkov V.A., Kontorovich A.E., Kontorovich V.A., Nekhaev A.YU., Nikitenko B.L., Fomin M.A., SHurygin B.N., Bejzel' A.L., Borisov E.V., Zolotova O.V., Kalinina L.M., Ponomareva E.V. Bazhenovskij gorizont Zapadnoj Sibiri: stroenie, korrelyaciya i tolshchiny // Geologiya i geofizika. – 2018. – T.59. – №7. – S. 1053-1074.

6. Ryzhkova S.V., Ponomareva E.V., Zamirajlova A.G. Stroenie bazhenovskogo rezervuara i prognoz neftenosnosti gorizonta YU0 bazhenovskoj svity v yugo-vostochnyh rajonah Zapadnoj Sibiri // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. – 2020. – T. 15. – № 4. – S. 1-23.

7. Stavickij B.P. Geotermicheskie usloviya Zapadno-Sibirskoj nizmennosti // Geologiya SSSR. T. 44. Zapadno-Sibirskaya Nizmennost'. CH. II. Neftegazonosnost' i gidrogeologicheskie usloviya. – M.: Nedra, 1964 – S. 205–209.

8. Kruglikov N.M. Svyaz' mezhdu razlomami v fundamente i teplovymi anomalijami v chekhle // Sravnitel'nyj analiz neftegazonosnosti i tektoniki Zapadno-Sibirskoj plity. – L.: Nedra, 1965. – S. 117-124.

9. Mavrickij B.F. O geotermicheskih usloviyah Zapadno-Sibirskogo artezijskogo bassejna // Dokl. AN SSSR. – 1959. – T. 129. – №5. – S. 1134-1137.

10. Kurchikov A.R. Hidrogeotermicheskie kriterii neftegazonosnosti. – M.: Nedra, 1992. – 231 S.

© *Е. А. Глухова, П. И. Сафронов, Л. М. Бурштейн, 2021*