

References

1. Korshak, A. A., Shammazov, A. M. *The basics of oil and gas business*. Ufa, Designpoligrasservice Publ., 2005.
2. Mishchenko, I. T., Bravicheva, T. B., Ermolaev A. I. *The method of operating wells oil fields with hard to recover reserves*. Moscow, Gubkin Russian state University of Oil and Gas Publ., 2005.
3. *Cost reduction and energy-efficient technologies*. Available at: <https://npf-paker.ru/article/technologies/7836.html> (Accessed: 15.06.2019).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Буданов Антон Борисович, аспирант, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Российская Федерация, 119234, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1, e-mail: budananton@mail.ru; lvglebova@mail.ru

Баженовская свита – уникальный природный объект, который отличается от обычных осадочных пород как по составу, так и по физическим свойствам и является литологическим и геофизическим репером. На протяжении уже нескольких десятков лет она остаётся одним из основных источников углеводородного сырья, при этом многие учёные до сих пор не нашли общей точки зрения на формирование данных отложений. Достаточно большое количество геофизических, геохимических и других анализов было проведено за время изучения отложений баженовского горизонта. Но так и не стало ясно, каким же образом формировались отложения в титон-валанжинское время и почему же этот горизонт имеет столь большие запасы нефти.

Ключевые слова: баженовская свита, Фроловская нефтегазоносная область, Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн, региональные исследования, титон-берриаский век, титон-валанжинский век, Западная Сибирь, Краснolenинский свод, баженовский горизонт

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE BAZHENOV HORIZON ON THE WESTERN SIBERIA

Budanov Anton B., postgraduate, Lomonosov Moscow State University, 1 Leninskie gory St., Moscow, 119234, Russian Federation, e-mail: budananton@mail.ru

The Bazhenov Formation is a unique natural object that differs from ordinary sedimentary rocks, both in composition and in physical properties, and is a lithological and geophysical benchmark. For several decades, it remains one of the main sources of hydrocarbon raw materials, while many scientists still have not found a common point of view on the formation of these deposits. A sufficiently large number of geophysical, geochemical and other analyzes were carried out during the study of deposits of the Bazhenov horizon. But it did not become clear how deposits were formed during the Tithonian-Valanginian age and why this horizon has such large oil reserves.

Keywords: Bazhenov formation, Frolovskaya net oil and gas region, West Siberian oil and gas basin, regional studies, Tithonian-Berrian age, Tithon-Valanginian age, Western Siberia, Krasnoleninsky arch, Bazhenov horizon

Западная Сибирь является ключевым источником углеводородного сырья Российской Федерации со времён Советского Союза. С 1980-х гг. более половины годовой добычи нефти в СССР приходилось на Западную Сибирь. Во второй половине XX в. в Западной Сибири отмечен крупнейший прирост запасов углеводородного сырья. С открытием в 1953 г. первого газового месторождения – Березовского – в Западной Сибири менее чем за 20 лет создана мощная сырьевая база. На сегодняшний день объём начальных разведанных запасов нефти Западной Сибири составляет около 60 % общероссийских. Ежегодная добыча нефти в Западной Сибири составляет порядка 70 % суммарной по России. Потенциальные ресурсы

углеводородного сырья Западной Сибири позволяют смело утверждать, что этот регион и в XXI в. останется главным нефтегазодобывающим в России. Однако с каждым годом отмечается падение среднего дебита в скважинах и сильно увеличивается обводнённость. Поэтому на сегодняшний день актуальным становится выявление залежей в уже давно известных, но до сих пор слабо изученных нетрадиционных коллекторах. Примером нефтеносных отложений с нетрадиционным коллектором в Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне является баженовская свита Салымского и Красноленинского и других районов, где она промышленно нефтеносна. Баженовские отложения иногда характеризуются высокими начальными дебитами (до 800 м³/сут.), сложной геологией, а также технологической сложностью освоения.

В строении территории Западно-Сибирской молодой платформы принимают участие образования фундамента, в основном палеозойского и триасового возраста, а также юрско-кайнозойские отложения осадочного (платформенного) чехла. Фундамент, в свою очередь, слагают два этажа: нижний – геосинклинально-складчатые палеозойские толщи пород, верхний – базальты, переслаивающиеся с осадочными породами триасового возраста, образующие крупные грабены, и залегающие на коре выветривания палеозойских пород. Платформенный чехол включает в себя два структурных яруса: тафrogenный и ортоплатформенный.

Геологический разрез территории исследований представлен образованиями двух структурных этажей: нерасчленёнными отложениями доюрского основания, и мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом, сложенным континентальными, морскими, в основном прибрежными и мелководными, наплитными отложениями юрского, мелового и кайнозойского возрастов. Описанные этажи разделены промежуточным вулканогенно-осадочным палеозойско-триасовым комплексом.

В пределах площади исследования развиты отложения палеозоя, триаса, юры, мела, палеогена, а также четвертичной системы.

Фроловская нефтегазоносная область – это крупная по площади область, расположенная к востоку от Приуральской области в Западно-Сибирском нефтегазоносном бассейне. В её пределах выделяются такие структуры, как Красноленинский свод, Ляминский, Полногрудовский мегавалы, Верхнеполульская моноклиналь, Надымская впадина и часть Ханты-Мансийской (Фроловской) впадины. Эти крупные структуры осложнены валами, куполовидными поднятиями, седловинами. Преобладают в области залежи нефти. Приурочены они к нижне-среднеюрскому комплексу, неокомскому, баженовскому, аптскому комплексам.

При характеристике разреза платформенного чехла выделены общие стратиграфические подразделения (системы, отделы, яруса), или подразделения единой стратиграфической шкалы, региональные стратиграфические подразделения (надгоризонты, горизонты) и местные стратиграфические подразделения (свиты, подсвиты, толщи, пачки и пласты). Свита – основная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений. Она представляет собой совокупность отложений, развитых в пределах какого-либо геологического района, характеризующихся специфическими фациально-литологическими и палеонтологическими особенностями и занимающих определённое стратиграфическое положение в разрезе.

Баженовская свита первоначально рассматривалась в качестве региональной нефтематеринской толщи, регионального флюидоупора и геофизического репера, хотя уже в конце пятидесятих годов прошлого столетия Ф. Г. Гурари, выделивший свиту, подчёркивал возможность её нефтеносности [3; 4]. Однако на тот момент оставалась неясной стратиграфическая приуроченность отложений. Лишь к 1970 г., после проведения поинтервальных испытаний и отбора кернa, была окончательно установлена нефтеносность битуминозных глин баженовской свиты и выделен новый нефтеносный объект.

Баженовская свита – это высоко битуминозная карбонатно-кремнисто-глинистая нефтематеринская толща, требующая индивидуального подхода к изучению

её состава и условий формирования, выделению коллекторов и выбору технологий их разработки.

В баженовское время (волжский – начало валанжинского века) произошло углубление морского бассейна (до 350 м). Из всех юрских бассейнов волжский был наиболее глубоководным. Участок располагался в глубокой центральной части морского бассейна. Здесь накапливались чёрные и буровато-чёрные глинистые илы, обогащённые органическим веществом. Слоистость горизонтальная и не нарушена биотурбацией. Часто глины известковистые и переходят в мергели. В нижней части баженовской свиты часто развиты радиоляриты. Для свиты характерны остатки скелетов рыб, головоногих моллюсков, радиолярий, панцири одноклеточных водорослей из группы кокколитофорид. Характерно высокое содержание органического вещества (по данным химических анализов оно составляет в среднем 8–15 %). Своеобразен характер его распределения в глинах: частью оно тонко рассеяно в глинистой массе, но часто образует самостоятельные прослойки и линзочки толщиной 0,01–0,02 мм. Органическое вещество относится к сапропелитам. Образование линзочек и прослоев скорее всего является следствием изменения температуры баженовского моря. В наше время установлено, что её значения колебались в интервале (18–20 °С), но были и моменты резкого похолодания бассейна, когда в него заходили холодные арктические течения, вызывая тем самым массовую гибель флоры и фауны. Фауна представлена исключительно планктонными и nektonными группами. Состав фауны свидетельствуют о сероводородном заражении донных вод.

На протяжении последних тридцати лет для юры и неокома Западной Сибири были разработаны, наряду с аммонитовой, автономные зональные шкалы по основным группам беспозвоночных. Как показывает опыт биостратиграфического изучения юры и мела на закрытых территориях Западной Сибири [7; 8], сводная зональная основа, представляющая весь комплекс увязанных между собой шкал, основанных на различных группах фауны и флоры, служит надёжным инструментом для дробного расчленения вскрытых скважинами осадочных толщ, обеспечивает установление возрастных диапазонов свит и их пространственную корреляцию.

Одно из последних обобщений по биостратиграфическим шкалам верхней юры и неокома центральных районов Западной Сибири, опиралось на данные по коллекциям аммонитов, белемнитов, двустворчатых моллюсков и фораминифер из керна скважин, пробуренных на большом количестве площадей разных районов Западно-Сибирского бассейна [8].

Биостратиграфический анализ всего комплекса фаунистических групп из керна изученных скважин и ревизия известных ранее палеонтологических материалов позволили определить реально прослеживаемые в свитах верхней юры и неокома центральной части Западной Сибири отдельные биостратиграфические подразделения и увязать их с зональной шкалой верхней юры и нижнего мела, разработанной к настоящему времени для Западной Сибири, и с подразделениями бореального стандарта мезозоя [7]. В результате для баженовского горизонта в центральных районах Западной Сибири прослежены слои с аммонитами, двустворками и фораминиферами, позволяющие уверенно опознавать достаточно узкие биостратиграфические интервалы [8].

В соответствии с современными биостратиграфическими данными, нижняя граница свиты проводится в нижней части нижневолжского подъяруса, а верхняя – в низах нижнего берриаса. Характерной стратиграфической особенностью баженовской свиты является так называемый «скользящий» характер границ толщ, подстилающих и перекрывающих свиту. Соответственно, для границ баженовской свиты характерно некоторое возрастное перемещение [5].

На территории Западной Сибири, баженовская свита является хорошо известным по многим публикациям репером в мезозойском комплексе отложений. В типичном своём выражении свита представлена преимущественно органогенными,

глинисто-кероген-кремнистыми породами чёрными с коричневатым оттенком, массивными, плитчатыми, листоватыми, с прослоями радиоляритов, глинистых известняков, остатками морских фоссилий. Содержание органического вещества в высокоуглеродистых аргиллитах достигает 20 % и более. Доказано, что основная масса РОВ в баженовской свите представлена планктоногенным, бактериогенным, полимерлипидным веществом. Мощность свиты около 30 м, а иногда достигает 90 м. Аномальные разрезы свиты отличаются присутствием в этой толще прослоев песчано-алевритовых пород разной толщины. При этом возрастает мощность баженовской свиты до 100 и более метров. Переслаивание углеродисто-глинисто-кремнистых пород со слабо обогащёнными органикой аргиллитами и прослоями песчано-алевритовых пород в аномальных разрезах свиты хорошо фиксируется на кривых радиометрии и потенциалов собственной поляризации. Фациальными и возрастными аналогами баженовской свиты являются туглеймская, марьяновская, яновстанская, гольчихинская и другие свиты. Времени формирования баженовской свиты отвечает максимум юрской трансгрессии, пенеппенизация рельефа и усиление химического выветривания в областях денудации [3; 4]. Баженовская свита (и её аналоги) является завершающей (финальной частью) одноимённого регионального циклита. По своим физическим параметрам она резко отличается от выше- и нижележащих пород.

До сих пор не существует общепринятого названия данных отложений. Многие склонны называть эти породы битуминозными глинами либо аргиллитами. Между тем многие учёные, одним из которых являлся Ф. Г. Гулари, склонны называть данные породы доманикитами, принимая за генотип отложения девона Русской платформы. Весьма дискуссионная тематика названия столь оригинальных пород не могла обойти величайшего геолога и специалиста по геологической терминологии Николая Брониславовича Вассоевича, который назвал эти породы баженовитами.

Баженовская свита – уникальный природный объект, который отличается от обычных осадочных пород как по составу, так и по физическим свойствам и является литологическим и геофизическим репером. Это преимущественно кремнистые, обогащённые органическим веществом и микроэлементами породы, формирование которых происходило в условиях, обеднённых кислородом или при полном его отсутствии, в спокойных гидродинамических обстановках, на обширных территориях.

Общепринятые методики выделения коллекторов в отложениях баженовской свиты отсутствуют. Поэтому для выделения коллекторов необходимо использовать целый комплекс взаимосвязанных методических подходов с целью получения достоверной информации о строении и свойствах изучаемого объекта.

Список литературы

1. Алексеев, А. Д. Литологические особенности пород отложений нижнетуглеймской подсвиты Фроловской НГО в связи с особенностями её нефтеносности / А. Д. Алексеев, В. Д. Немова, В. Н. Колосков, С. С. Гаврилов // Геология нефти и газа. – 2009. – № 2. – С. 8–10.
2. Баженова, О. К. Геология и геохимия нефти и газа / О. К. Баженова, Ю. К. Бурлин, Б. А. Соколов, В. Е. Хаин. – Москва : Московский ун-т ; Академия, 2000. – С. 123–124.
3. Гулари, Ф. Г. Геология и перспективы нефтегазоносности Обь-Иртышского междуречья / Ф. Г. Гулари. – Ленинград : Гостоптехиздат, 1959. – С. 174.
4. Гулари, Ф. Г. К вопросу о строении локальных поднятий в мезо-кайнозойском чехле Западно-Сибирской низменности / Ф. Г. Гулари // Труды Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья. – 1959. – Вып. 1. – С. 5–10, 64–68.
5. Гулари, Ф. Г. О выделении новой локозовской свиты в юрских отложениях Среднего Приобья / Ф. Г. Гулари // Доклады АН СССР. – 1962. – Т. 143, № 1. – С. 62–63.
6. Гулари, Ф. Г. Палеогеография и палеоэкология баженовского и других доманикитных палеобассейнов / Ф. Г. Гулари // Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты. – Москва : Недра, 1988. – С. 82–104.

7. Захаров, В. А. Баженовское (волжско-берриасское) море Западной Сибири / В. А. Захаров, В. Н. Сакс // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. – Москва : Наука, 1983. – С. 5–32.
8. Маринов, В. А. Биостратиграфия верхней юры и нижнего мела центральной части Западной Сибири / В. А. Маринов, С. В. Меледина, О. С. Дзюба, О. С. Урман // Новости палеонтологии и стратиграфии. – 2009. – Вып. 12 (Приложение к журналу «Геология и геофизика», т. 50). – С. 119–142.
9. Немова, В. Д. Литология и коллекторские свойства отложений баженовского горизонта на западе Широкого Приобья : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / В. Д. Немова. – Москва, 2012. – С. 15–27.
10. Панченко, И. В. Уточнение геологического строения и модели участка в районе скважин № 219 и № 210 Средне-Назымского месторождения / И. В. Панченко. – Москва : МиМГО, 2014.

References

1. Alekseev, A. D., Nemova, V. D., Koloskov, V. N., Gavrilov, S. S. Lithological features of sedimentary rocks of the Lower Tuleima sub-formation of the Frolovskoye NGO in connection with the features of its oil content. *Geology of Oil and Gas*, 2009, no. 2, pp. 8–10.
2. Bazhenova, O. K., Burlin, Yu. K., Sokolov, B. A., Khain, V. E. *Geology and geochemistry of oil and gas*. Moscow, Lomonosov Moscow State University Publ., Academiya Publ., 2000, pp. 123–124.
3. Gurari, F. G. *Geology and oil and gas prospects of the Ob-Irtysh interfluvium*. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1959, p. 174.
4. Gurari, F. G. On the structure of local uplifts in the Meso-Cenozoic cover of the West Siberian Lowland. *Proceedings of the Siberian Scientific Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials*, 1959, vol. 1, pp. 5–10, 64–68.
5. Gurari, F. G. On the allocation of a new Lokosovo Formation in the Jurassic sediments of the Middle Ob. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 1962, vol. 143, no. 1, pp. 62–63.
6. Gurari, F. G. Paleogeography and paleoecology of the Bazhenov and other domanik paleobasins. *Formation conditions and methodology for the search for oil deposits in the mudstones of the Bazhenov Formation*. Moscow, Nedra Publ., 1988, pp. 82–104.
7. Zakharov, V. A., Saks, V. N. Bazhenovskoe (Volga-Berriassian) Sea of Western Siberia. *Paleobiogeography and biostratigraphy of the Jurassic and Cretaceous of Siberia*. Moscow, Nauka Publ., 1983, pp. 5–32.
8. Marinov, V. A., Meledina, S. V., Dzyuba, O. S., Urman, O. S. Biostratigraphy of the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of the central part of Western Siberia. *Paleontology and Stratigraphy News*, 2009, iss. 12 (Appendix to the journal “Geology and Geophysics”, vol. 50.), pp. 119–142.
9. Nemova, V. D. Lithology and reservoir properties of deposits of the Bazhenov horizon in the west of the Latitudinal Ob: abstract of dissertation for the degree of candidate of geological and mineralogical sciences. Moscow, 2012, pp. 15–27.
10. Panchenko, I. V. *Clarification of the geological structure and site model in the area of wells No. 219 and No. 210 of the Sredne-Nazym field*. Moscow, CJSC MiMGO Publ., 2014.