

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ



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



ИНГГ
СО РАН

N* Новосибирский
государственный
университет
***НАСТОЯЩАЯ НАУКА**

14-15 сентября 2021 г., Новосибирск, Россия

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ПРОБЛЕМАМ ГЕОЛОГИИ И РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ, ГАЗА И УГЛЯ

ИНСТИТУТ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ ИМ. А. А. ТРОФИМУКА
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

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
2021

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

Н766

Программный комитет конференции

Сопредседатели:

акад. РАН А. Э. Конторович, чл.-корр. РАН В. А. Каширцев

Члены программного комитета:

акад. РАН В. А. Верниковский, чл.-корр. РАН В. Н. Глинских, д-р техн. наук И. Н. Ельцов,
чл.-корр. РАН В. А. Конторович, канд. геол.-минерал. наук П. Н. Мельников,
канд. геол.-минерал. наук Т. М. Парфенова, д-р геол.-минерал. наук А. В. Ступакова,
акад. РАН М. П. Федорук, чл.-корр. РАН Б. Н. Шурыгин, акад. РАН М. И. Эпов

Организационный комитет:

Председатель: д-р техн. наук И. Н. Ельцов

Зам. председателя: канд. геол.-минерал. наук Т. М. Парфенова

Секретарь: канд. геол.-минерал. наук М. А. Фомин

Члены организационного комитета:

д-р геол.-минерал. наук Л. М. Буриштейн, д-р геол.-минерал. наук Д. В. Гражданкин,
канд. геол.-минерал. наук В. Д. Ермиков, чл.-корр. РАН И. Ю. Кулаков, д-р геол.-минерал. наук О. Е. Лепокурова,
д-р геол.-минерал. наук Д. В. Метелкин, д-р геол.-минерал. наук Б. Л. Никитенко,
канд. геол.-минерал. наук М. В. Соловьев, д-р экон. наук И. В. Филимонова

Н766 Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век: Материалы Всерос. науч. конф. с участием иностранных ученых, посв. 150-летию акад. АН СССР И. М. Губкина и 110-летию акад. АН СССР и РАН А. А. Трофимука / Ин-т нефтегаз. геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН; Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2021. — 276 с.

ISBN 978-5-4437-1248-2

Сборник содержит материалы докладов, представленных на Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых «Новые вызовы фундаментальной и прикладной геологии нефти и газа — XXI век», посвященной 150-летию академика АН СССР И. М. Губкина и 110-летию академика АН СССР и РАН А. А. Трофимука (Новосибирск, Россия, 14–15 сентября 2021 г.).

Открывает сборник письмо-приветствие президента РАН академика А. М. Сергеева и статья академика А. Э. Конторовича, в которой детально рассмотрен вклад в развитие нефтегазового комплекса Советского Союза и России двух выдающихся геологов-нефтяников XX века, академиков И. М. Губкина и А. А. Трофимука.

В докладах отражены современные теоретические и практические проблемы геологии нефти и газа. Внимание уделено вопросам общей и региональной геологии нефтегазоносных осадочных бассейнов, решению актуальных задач тектоники, седиментологии, литологии, палеогеографии, геохимии, стратиграфии и палеонтологии.

В публикациях обсуждаются новые результаты исследований в области органической геохимии и литологии черносланцевых комплексов, геохимии нефтей, гидрогеологии и гидрогеохимии нефтегазоносных бассейнов, углеводородного потенциала недр России и Беларуси. Серия работ посвящена моделированию нефтегазообразования в осадочных отложениях Сибири, методам компьютерного моделирования геологических процессов, оценке ресурсов и выявлению закономерностей размещения месторождений углеводородов.

В сборник включены доклады, направленные на обсуждение проблем экономики и экологии нефтегазовой отрасли. В ряде докладов представлены результаты изучения фильтрационных свойств обогатенных и обедненных органическим веществом пород, геофизических исследований скважин, новые геофизические методы поисков углеводородов.

Материалы конференции представляют интерес для специалистов-геологов широкого профиля, а также для преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений, специализирующихся в области наук о Земле.

УДК 55:550.8+338.012(063)

ББК И36я431

© Институт нефтегазовой геологии и геофизики
им. А. А. Трофимука СО РАН, 2021

© Новосибирский государственный
университет, 2021

ISBN 978-5-4437-1248-2

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ БИТУМОИДОВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ СЕВЕРО-СУРГУТСКОГО РАЙОНА В ХОДЕ ГЕНЕРАЦИИ И МИГРАЦИИ

И. С. Сотнич, Е. А. Костырева, С. В. Рыжкова

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука, г. Новосибирск

Аннотация. В работе рассмотрены особенности группового и углеводородного состава битумоидов открытых и закрытых пор баженовской свиты Северо-Сургутского района Западно-Сибирской провинции. Установлено, что в закрытом поровом пространстве битумоиды находятся в свободном (фазовообособленном) и сорбированном состоянии. В открытых порах находятся наиболее подвижные компоненты битумоидов, перераспределенные из закрытых пор в ходе первичной миграции и оставшиеся после вторичной миграции нафтидов из баженовской свиты в киммеридж-оксфордский (пласты Ю₁) и берриас-нижнеаптские (пласты групп А и Б) резервуары.

Ключевые слова: баженовская свита, Западная Сибирь, органическое вещество, битумоиды, нафтиды, поровое пространство, нефтенасыщенность

DIFFERENTIATION OF THE BAZHENOV FORMATION BITUMOIDS IN THE NORTH-SURGUT REGION DURING GENERATION AND MIGRATION

I. Sotnich, E. Kostyрева, S. Pizhkova

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Novosibirsk

Annotation. The features of the group and hydrocarbon compositions of the bitumoids that are filling open and closed pores of the Bazhenov Formation rocks from the North-Surgut region of Western Siberia were considered. In a closed pore space, the bitumoids are in a free or sorbed state. The open pores contain the most mobile components of bitumoids, which were redistributed from closed pores during the primary migration and remained after the secondary migration of naphthides from the Bazhenov Fm to the Kimmeridge-Oxfordian and Berriasian-Lower Aptian reservoirs.

Key words: Bazhenov Formation, Western Siberia, organic matter, bitumoid, naphthides, pore space, oil saturation

Баженовская свита Западной Сибири в настоящее время выступает в качестве одного из ключевых объектов потенциального прироста запасов и добычи нефти. В ней, по оценкам специалистов (Л. М. Бурштейн, Ф. Г. Гурари, М. Ю. Зубков, А. Э. Конторович, И. И. Нестеров, М. Б. Скворцов и др.), сосредоточено более 10 млрд т извлекаемых ресурсов нефти. В связи с этим актуальными являются детальные исследования объема и структуры порового пространства пород баженовской свиты, и состава заполняющих его аллохтонных (нафтидов) и автохтонных остаточных битумоидов, поскольку формирование вторичной пористости и генерация углеводородов в баженовской свите — параллельно протекающие взаимосвязанные процессы.

Выделение битумоидов выполнялось хлороформом при комнатной температуре по разработанной в ИНГГ СО РАН методике [1], которая позволяет разделить свободные битумоиды, выполняющие открытые поры, а также битумоиды закрытых пор и сорбированные. В проведенных исследованиях под битумоидами открытых пор подразумевается «свободная микронепть», т.е. экстракты битумоидов из недробленных пород (они названы образцами грубого дробления — ОГД), а под битумоидами закрытых пор — высвобождающиеся после разрушения пород в процессе дробления до 0,25 мм (образцы мелкого дробления — ОМД) автотонные битумоиды, содержащие как нафтиды заблокированных пор, так и сорбированные на поверхности пород химически связанные молекулы углеводородов и гетероциклических соединений.

Объектом исследования является органическое вещество баженовской свиты Северо-Сургутского района Западной Сибири (север ХМАО), включающем 4 площади — Повховскую, Новоуртыгунскую, Дружную, Южно-Ягунскую. При описании пород [2] была принята классификация, разработанная А. Э. Конторовичем и др. [3]. Баженовская свита на территории исследования аномально обогащена органическим веществом (содержание $C_{орг}$ достигает 24 % на породу, в большей части образцов 5–15 %) и находится в главной зоне нефтеобразования (градация катагенеза MK_1^2) [4, 5].

Содержание хлороформенного битумоида в образцах баженовской свиты в районе исследования высокое и достигает 4,2 % на породу, в основном варьирует в пределах 1,0–1,5 % на породу. Наиболее высокие концентрации битумоидов (в среднем, $\geq 1,5$ %) отмечаются в керогеновых, кероген-кремнистых и кероген-карбонатных микститах, наименее высокие — в силицитах (в среднем, 1,2 %) и карбонатах (в среднем, 0,9 %). Обратную картину показывает распределение по разрезу битумоидного коэффициента ($\beta_{хл}$): отчетливо проявляется так называемая «закономерность Успенского-Вассоевича» — наиболее высокие значения $\beta_{хл}$ отмечаются в силицитах (до 40 %, в среднем 20 %) и карбонатах (до 70 %, в среднем 30 %), в остальных литотипах баженовской свиты $\beta_{хл}$ не превышает 20 % (в среднем, 10–15 %).

Основной вклад (около 80 %) в общий выход хлороформенных битумоидов ($b_{хл\ общ}$) вносят экстракты из закрытого порового пространства пород (до 2,0 % на породу), в то время как содержание битумоидов в открытых порах не превышает 1,0 % на породу и составляет, как правило, около 20 % от $b_{хл\ общ}$. Исключение составляют карбонатные породы, в которых доля битумоидов из открытого порового пространства может достигать 90 %, а доля битумоидов закрытых пор — минимальна. Эти выводы подтверждают и пиролитические показатели, измеренные до и после извлечения (экстракции) битумоидов. Так, значения пиролитического показателя S_1 , соответствующего выходу углеводородов, находящихся в породе в свободном или адсорбированном состоянии, после экстракции битумоидов из открытого порового пространства снизились незначительно (примерно в 1,5 раза), в то время как после удаления битумоидов закрытых пор показания S_1 уменьшились в 3 раза. Стоит отметить, что часть летучих фракций, заполняющих поровое пространство, была утеряна при бурении и подъеме керна на поверхность.

Современное распределение битумоидов в поровом пространстве пород можно оценить путем сравнения величины отношения выходов битумоидов открытых ($b_{хл\ ОГД}$) и закрытых ($b_{хл\ ОМД}$) пор. Повышенные значения этого параметра отмечаются в «кокколитовой» пачке (до 1,4 отн.ед. в керогеновых, кероген-кремнистых и кероген-карбонатных микститах), силицитах (до 1,1 отн.ед.) и карбонатах (до 12,9 отн.ед.). В остальных литотипах значения отношения $b_{хл\ ОГД}/b_{хл\ ОМД}$ не превышают 0,35. Нужно иметь в виду, что баженовская свита является источником огромных запасов нефти в залежах верхнеюрского (горизонт $Ю_1$) и берриас-аптского комплексов [4–8]. Это означает, что в результате первичной и вторичной миграции зна-

чительная часть битумоидов открытых пор покинула материнские породы и мигрировала в ловушки верхнеюрских и берриас-нижнеаптских резервуаров.

Групповой состав битумоидов открытых пор близок к нефтям (содержание УВ до 80 % на битумоид, асфальтенов — около 10 %) по сравнению с битумоидами закрытых пор (УВ — от 40 до 60 % на битумоид, асфальтенов — до 20 %). В целом, содержание углеводородов в битумоидах открытых пор выше по сравнению с битумоидами закрытых пор, в среднем, в 1,3–1,4 раза, содержание смол и асфальтенов — ниже (в 1,2–1,3 и 2–3,5 раза соответственно). Такое распределение битумоидных компонентов объясняется «хроматографическим эффектом» первичной миграции по А. Э. Конторовичу и А. А. Трофимуку [6, 7], согласно которому углеводородами и другими подвижными компонентами обогащаются при эмиграции аллохтонные и параавтохтонные битумоиды, к которым относятся битумоиды открытых пор.

Информативными показателями перераспределения подвижных компонентов битумоидов в ходе адсорбционно-хроматографического фракционирования являются также отношение насыщенных (Me-Nn) УВ к ароматическим (Nn-Ar) и отношение смолы/асфальтены в битумоидах открытых и закрытых пор, при этом первый параметр дифференцируется и по территории. Соотношение Me-Nn / Nn-Ar в битумоидах открытых пор из образцов Новоортьягунской и Повховской площадей достигает 4–5, из Дружной и Южно-Ягунской площадей — значения Me-Nn/Nn-Ar не превышают 3. В битумоидах закрытых пор возрастает концентрация ароматических углеводородов, соотношение Me-Nn/Nn-Ar значительно ниже: в образцах Повховской площади < 3, на остальных площадях < 2. Соотношение смолы/асфальтены в битумоидах открытых пор изменяется от 2,5 до 60, в среднем, в 1,5–3 раза выше по сравнению с битумоидами закрытых пор, где значения этого параметра варьируют от 1 до 30.

Таким образом, в Северо-Сургутском районе Западной Сибири нефтиды баженовской свиты, не эмигрировавшие в вышележащие берриас-нижнеаптские резервуары и оставшиеся на сегодняшний день внутри свиты, находятся преимущественно в заблокированном состоянии в обогащенных органическим веществом микститах. «Свободная микронепть», состоящая из наиболее подвижных фракций углеводородов, смол и асфальтенов, находится преимущественно в открытом поровом пространстве карбонатов и силицитов; именно она при благоприятных условиях формирует залежи нефти в баженовской свите.

Список литературы

1. Конторович А. Э. Геохимия битумоидов баженовской свиты / А. Э. Конторович, Е. А. Костырева, С. В. Родякин, И. С. Сотнич, П. А. Ян // Геология нефти и газа. 2018. № 2. С. 79–88.
2. Эдер В. Г. Литология баженовской свиты в районах Хантейской гемиантеклизы и Межовского мегамыса Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна / В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, И. А. Жигульский // Геология нефти и газа. 2016. № 6. С. 87–96.
3. Конторович А. Э. Классификация пород баженовской свиты / А. Э. Конторович, П. А. Ян, А. Г. Замирайлова, Е. А. Костырева, В. Г. Эдер // Геология и геофизика. 2016. Т. 57. № 11. С. 2034–2043
4. Конторович А. Э. Нефтепроизводящие толщи и условия образования нефти в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности / А. Э. Конторович, Н. М. Бабина, Л. И. Богородская, Б. Г. Винокур, Ю. Г. Зимин, М. М. Колганова, Л. Ф. Липницкая, А. Д. Луговцов, В. М. Мельникова, Г. М. Парпарова, Рогозина Е. А., Стасова О. Ф., Трушков П. А., Фомичев А. С. Л.: Недра, 1967. 223 с.

5. Конторович А. Э. Геология нефти и газа Западной Сибири / А. Э. Конторович, И. И. Нестеров, Ф. К. Салманов, В. С. Сурков, А. А. Трофимук, Ю. Г. Эрвье. М.: Недра, 1975. 680 с.
6. Трофимук А. А., Конторович А. Э. Некоторые вопросы теории органического происхождения нефти и проблема диагностики нефтепроизводящих толщ // Геология и геофизика. 1965. № 12. С. 3–14.
7. Вышемирский В. С. Миграция рассеянных битумоидов / В. С. Вышемирский, А. Э. Конторович, А. А. Трофимук. Новосибирск: Наука, 1971. 168 с.
8. Peters K. E. Geochemistry of Selected Oils and Rocks from the Central Portion of the West Siberian Basin, Russia / K. E. Peters, A. E. Kontorovich, J. M. Moldowan, V. E. Andrushevich., B. J. Huizinga, G. J. Demaison, O. F. Stasova // AAPG Bulletin. 1993. Vol. 77, № 5. P. 863–887.