

Е. А. Костырева^{1}, И. С. Сотнич¹*

Особенности состава аллохтонных битумоидов баженовской свиты Нюрольской впадины

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

Аннотация. Проведен сравнительный анализ состава аллохтонных битумоидов, извлеченных из открытого порового пространства пород баженовской свиты Нюрольской впадины (юго-восток Западной Сибири). Исследования проведены комплексом геохимических методов (экстракция, колоночная хроматография, газо-жидкостная хроматография и хромато-масс-спектрометрия). Показано, что состав аллохтонных битумоидов из образцов грубого дробления и регулярной формы идентичен. Установлено, что содержание и состав битумоидов баженовской свиты на изучаемой территории из-за разной степени зрелости органического вещества отличается. Групповой и углеводородный состав битумоидов указывает, что наиболее преобразовано (МК₂) аквагенное ОВ на севере Нюрольской впадины (Западно-Квензерская площадь). На остальной территории ОВ находится в начале главной фазы нефтеобразования.

Ключевые слова: битумоиды, углеводороды-биомаркеры, баженовская свита, Западная Сибирь, Нюрольская впадина

Е. А. Kostyreva^{1}, I. S. Sotnich¹*

Composition features of Bitumoids extracted from open pore space of the Bazhenov Formation rocks in the Nyurolskaya Depression area

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

Abstract. The article presents a comparative analysis of the composition of bitumoids (chloroform extracts) removed from the open pore space of the Bazhenov Formation rocks in the Nyurolskaya depression based on a set of geochemical methods (extraction, column chromatography, gas-liquid chromatography, and chromato-mass spectrometry). The composition of bitumoids extracted from samples of coarse crushing is identical to that from samples of regular shape. The content and composition of the Bazhenov Formation bitumoids in the study areas is different due to the difference of their maturity degree. The group and hydrocarbon composition of bitumoids indicates that aquatic organic matter of the Bazhenov Formation is more mature (МК₂) in the north of the Nyurolskaya depression (West-Kvenzerskaya area). In the rest of the territory, the organic matter is at the beginning of “oil window” stage.

Keywords: bitumoids (chloroform extracts), biomarker-hydrocarbons, the Bazhenov Formation, Western Siberia, the Nyurolskaya Depression

Введение

Изучение содержания и состава органического вещества баженовской свиты Западной Сибири, начатое в шестидесятых годах прошлого столетия Ф.Г. Гурами, Н.П. Запиваловым, А.Э. Конторовичем, И.И. Нестеровым, А.С. Фо-

мичевым и др., в связи с большим интересом к сланцевой нефти, продолжается и до настоящего времени в ВНИГНИ, ИНГГ СО РАН, МГУ, ТомскНИПИнефть и др. организациях. В последние годы в ИНГГ СО РАН была разработана методика экстракции битумоидов ($B_{хл}$) из баженовской свиты, детально рассмотренная в работе [Конторович и др., 2018]. Извлечение хлороформенных экстрактов из баженовской свиты проводилось последовательно согласно этой методике. На первой стадии экстрагировались свободные аллохтонные битумоиды («свободная микронефть») из открытых пор (из образцов грубого дробления (ОГД), 4-5 мм), затем образцы дробились до 0,25 мм и извлекались автохтонные битумоиды из закрытых пор (ОМД). Для контроля содержания аллохтонных битумоидов было проведено исследование содержания и состава хлороформенных экстрактов из петрофизических образцов регулярной формы - ОРФ (кубики, цилиндры) [Конторович и др., 2018].

Цель данной работы – выявить особенности содержания и состава аллохтонных битумоидов баженовской свиты Нюрольской впадины (юго-восток Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна). В ранее опубликованных работах [Замирайлова и др., 2019, Рыжкова и др., 2022] были приведены геохимические материалы по отдельным скважинам (Арчинской, Западно-Квензерской), без детального сравнительного анализа по этой территории.

Методы и материалы

Материал исследования включает 220 образцов аллохтонных битумоидов Арчинской, Западно-Квензерской, Пельгинской, Среднеюлжавской и Южно-Майской площадей, из которых 140 ОРФ и 80 ОГД. После экстракции в битумоидах определялся групповой и углеводородный состав насыщенной фракции методами колоночной и газожидкостной хроматографий и хроматомасс-спектрометрии, согласно схеме исследования высокообогащённых органическим веществом пород, разработанной в ИНГГ СО РАН [Конторович и др., 2018].

Результаты

Содержания аллохтонных битумоидов в образцах баженовской свиты Нюрольской впадины – низкие, в большинстве образцов ОГД (78%) и ОРФ (75%) концентрации не превышают 0,25% на породу (рис. 1). Максимальные значения $B_{хл}$ ($0,75 \div 2,0$ % на породу) отмечаются, как в ОРФ, так и ОГД на Западно-Квензерской площади, повышенные (0,50-0,75% на породу) в единичных ОРФ на Западно-Квензерской и Арчинской площадях. В целом, значения выходов битумоидов, извлеченных из ОГД и ОРФ – сопоставимы, зависимость $B^{ОРФ}_{хл}$ от $B^{ОГД}_{хл}$ – линейная ($R^2 = 0,62$).

Сравнительный анализ распределения аллохтонных битумоидов по основным литотипам баженовской свиты Нюрольской впадины [Конторовича и др., 2016; Замирайлова и др., 2019, Рыжкова и др., 2022] показал, что максимальные концентрации битумоидов характерны для керогеновых разновидностей микститов (в среднем 1,0 % на Западно-Квензерской и 0,1% на остальных площадях), в то время как в карбонатных породах содержание битумоидов в открытом поро-

вом пространстве пород минимальные (в среднем 0,1 % на Западно-Квензерской площади и 0,01% на породе на остальных площадях).

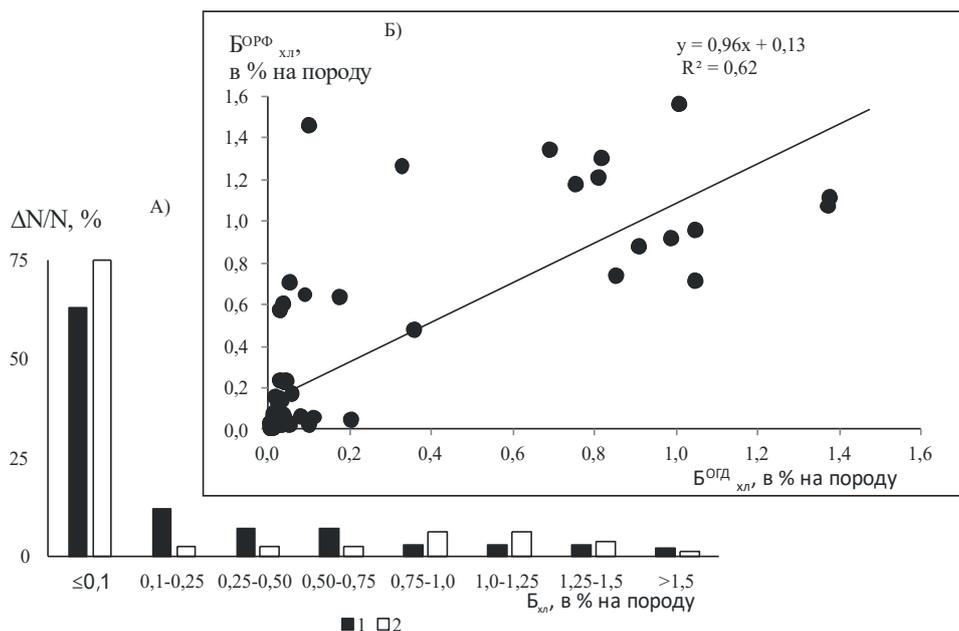


Рис. 1. Содержание аллохтонных битумоидов в баженовской свите. А – частота встречаемости аллохтонных битумоидов в образцах: 1 – регулярной формы, 2 – грубого дробления; Б – зависимость между содержанием аллохтонных битумоидов в образцах регулярной формы и в образцах грубого дробления

В групповом составе всех битумоидов отмечается доминирование углеводородной составляющей. Максимальное содержание УВ (в среднем 78 и 75% от битумоидов из ОРФ и ОГД соответственно) отмечается в битумоидах на Западно-Квензерской площади, на остальных площадях на УВ приходится в среднем 57 и 61 %. Значения отношения насыщенных УВ к ароматическим ($Me-Nn/Nn-Ar$) выше в битумоидах Западно-Квензерской площади, чем на остальных (в ОРФ 1,61 против 1,04, а в ОГД 1,75 против 1,34). На асфальтены приходится менее 4% на битумоид. Значения отношения смолы к асфальтенам изменяется в аллохтонных битумоидах Западно-Квензерской площади в среднем от 9,1 до 19,2, а в остальных – от 14,4 до 16,2.

Характер распределения нормальных алканов во всех битумоидах одномодальный (рис. 2А). Значения отношения $n-C_{27}$ к $n-C_{17}$ меньше 1,0. В аллохтонных битумоидах Западно-Квензерской площади максимальное содержание нормальных алканов отмечается на УВ $C_{16}-C_{18}$ (до 10-12% от суммы нормальных алканов). В большинстве остальных битумоидов максимум сдвинут на $n-C_{17}-n-C_{19}$ (до 9-14% от суммы нормальных алканов) и в высокомолекулярной области ($n-C_{23+}$) отмечается доминирование нечетных n -алканов. Коэффициент $СР1$ в битумоидах Западно-Квензерской площади равен 1,00, а в остальных изменяется от 1,04 до 1,30. Значения отношения пристан к фитану меньше 1,5.

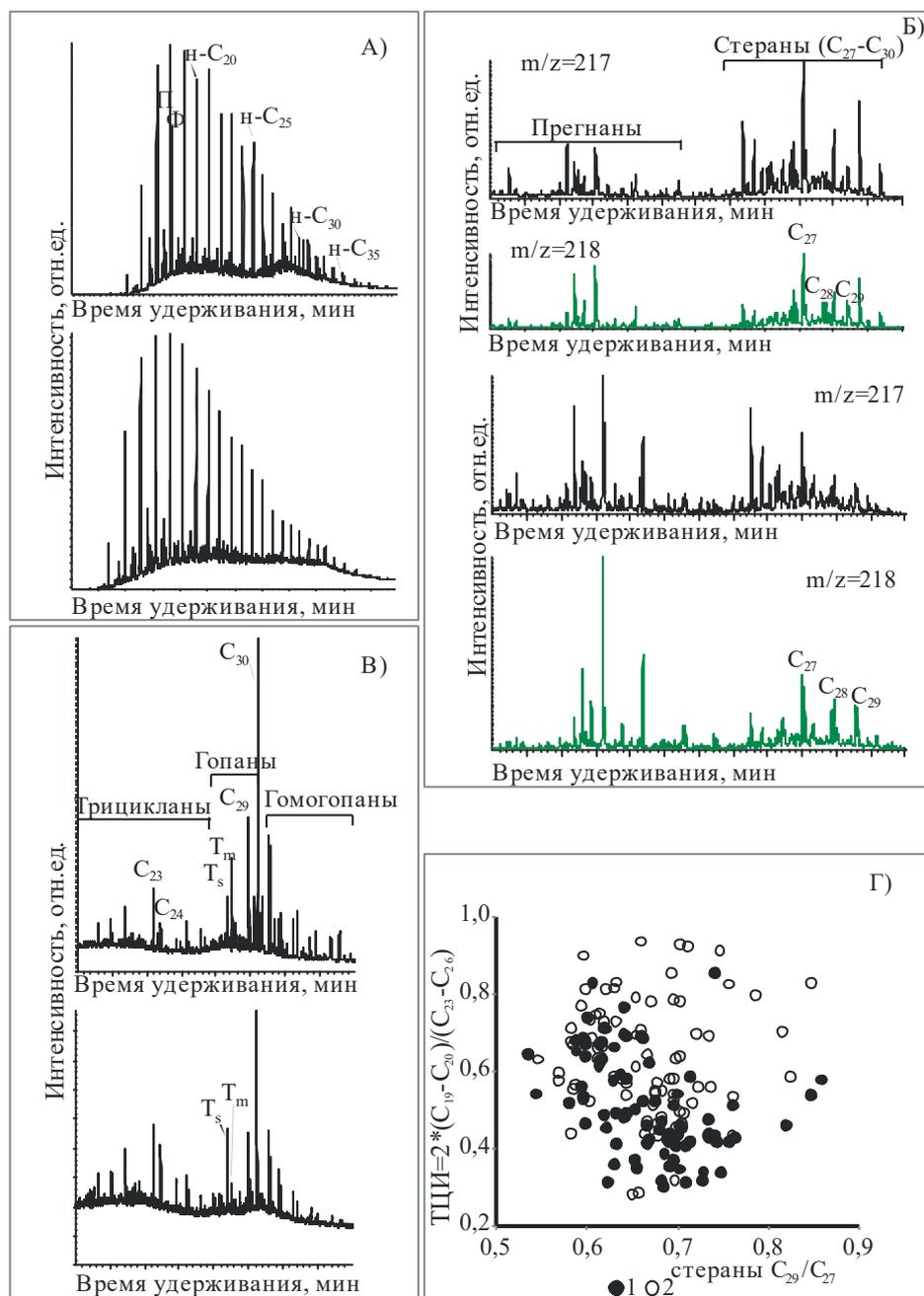


Рис. 2. Типовые хроматограммы (А), хромато-масс-фрагментограммы стеранов (Б), терпанов (В) и зависимость трицикланового индекса от стеранового (Г) насыщенной фракции аллохтонных битумоидов баженовской свиты. Условные обозначения к рис. 2 Г: 1 – ОРФ, 2 – ОГД.

В составе стеранов C₂₇-C₃₀ в максимальной концентрации отмечаются холестераны (до 43% от суммы стеранов). Значения отношения стеранов C₂₉ к C₂₇ меньше 1 (см. рис. 2Б). Среди терпанов доминируют гопаны – от 60% на сумму терпанов в битумоидах Западно-Квензерской площади (рис. 2В), до 80 % – на Арчинской. Повышенные (34-40%) концентрации трицикланов отмечаются в битумоидах Западно-Квензерской, в остальных битумоидах их содержание не пре-

вышает 30%, чаще всего 15-20%. Трициклановый индекс, как видно из рисунка 2Г, не превышает 1.

По биомаркерным параметрам насыщенной фракции битумоидов (средние значения соотношений концентраций трисноргопанов (C_{27}) $T_s/T_m=2,0$, а также $20S/20R=0,8$, $20S/(20S+20R)=0,4$, $\alpha\alpha 20S/\alpha\alpha 20R=1,5$ и $\beta\beta(20S+20R)/\alpha\alpha 20R=4,6$ в этилхолестанах (C_{29}), коэффициент $CPI=1,0$) преобразованность ОБ баженовской свиты на Западно-Квензерской площади соответствует ГФН – стадия MK_2 . На остальной территории эти показатели (средние значения соотношений концентраций трисноргопанов (C_{27}) $T_s/T_m=0,5$, а также $20S/20R=0,4$, $20S/(20S+20R)=0,3$, $\alpha\alpha 20S/\alpha\alpha 20R=0,4$ и $\beta\beta(20S+20R)/\alpha\alpha 20R=0,8$ в этилхолестанах (C_{29}), коэффициент $CPI=1,1$) значительно ниже (начало ГФН – стадия MK_1^1).

Заключение

Состав аллохтонных битумоидов из ОРФ и ОГД идентичен (рис. 2). Органическое вещество на Западно-Квензерской площади по групповому и углеводородному составу более преобразовано по сравнению с остальными площадями на территории Нюрольской впадины, что согласуется с опубликованными данными [Конторович и др., 2009] и объясняется, по-видимому, влиянием триасового рифта [Конторович и др., 2001, Сурков, Жеро, 1981].

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Проекта № FWZZ-2022-0011 программы ФНИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Эдер В.Г., Рыжкова С.В., Сотнич И.С. Литолого-геохимическая характеристика георгиевской, баженовской и куломзинской свит на Арчинской площади (Нюрольская впадина, Томская область) // Геология нефти и газа. – 2019. – № 3. – С. 99-113.
2. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – 143с.
3. 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.
4. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и нефтегазоносность мезозойских и палеозойских отложений Западно-Сибирского мегабассейна – Новосибирск: СО РАН, 2011. – 331 с.
5. 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.
6. Конторович А.Э., Костырева Е.А., Родякин С.В., Сотнич И.С., Ян П.А. Геохимия битумоидов баженовской свиты // Геология нефти и газа. – 2018. – № 2. – С. 79-88.
7. Рыжкова С.В., Замирайлова А.Г., Костырева Е.А., Сотнич И.С., Фомин М.А., Эдер В.Г. Характеристика продуктивного интервала баженовской свиты в юго-восточных районах Западной Сибири (на примере Западно-Квензерской площади) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2022. – Т.17. – №4. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2022/34_2022.html

© Е. А. Костырева, И. С. Сотнич, 2023