

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОСТАВА C3 И C4 АЛКИЛБЕНЗОЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ БИОДЕГРАДАЦИИ НЕФТЕЙ И КОНДЕНСАТОВ НА ПРИМЕРЕ ВАНКОРСКОГО КЛАСТЕРА И БЕРЕГОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



РОСНЕФТЬ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ, ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА Всероссийская научная конференция 29–31 Января 2024, Новосибирск, Россия

Н. В. Обласов¹, И. В. Эфтор^{1,2} И. В. Гончаров^{1,2},

¹АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск;

²Томский политехнический университет, г. Томск

ТомскНИПИнефть
акционерное общество

Одним из важных практических вопросов геохимии резервуара являются процессы вторичного преобразования флюидов в залежи, одним из которых является биодegradация нефти и конденсатов. Особую роль в вопросе изучения биодegradации подчеркивает то, что объём залежей биодegradированной нефти в мире сопоставимы по объёму с традиционными залежами. В этой связи, а также возрастающей ролью C3 и C4 алкилбензолов в геохимических исследованиях [1,2,3], становится актуальным вопрос: как изменяется состав C3 и C4 алкилбензолов в нефтях и конденсатах в процессе биодegradации.

Начальным признаком биодegradации является уменьшение содержания и исчезновение лёгких углеводородов, как правило, это n-алканы состава C3-C15. Данный процесс происходит при низких пластовых температурах (до 70°C) с участием микроорганизмов. Здесь же на начальных стадиях (1-2 степени биодegradации) происходят изменения и в составе лёгких ароматических углеводородов C1-2 [4].

Нами были исследованы образцы конденсатов с Берегового месторождения методами газовой хромато-масс-спектрометрии. Также для сравнения приведены пробы нефти Ванкорского месторождения с различным уровнем биодegradации в залежах, которые описаны в работе [5] (рис. 1).

Полученные результаты показывают, что C4 алкилбензолы немного более устойчивы к биодegradации, чем C3 алкилбензолы. Практически при полном исчезновении C3 алкилбензолов, C4 всё ещё остаются видимыми и детектируемыми на хроматограммах (рис. 2). Однако приблизительно при 5-6-й степени биодegradации C4 алкилбензолы также практически полностью исчезают и уже становятся недетектируемыми в нефтях (рис.2).



Рис. 1 География исследованных образцов

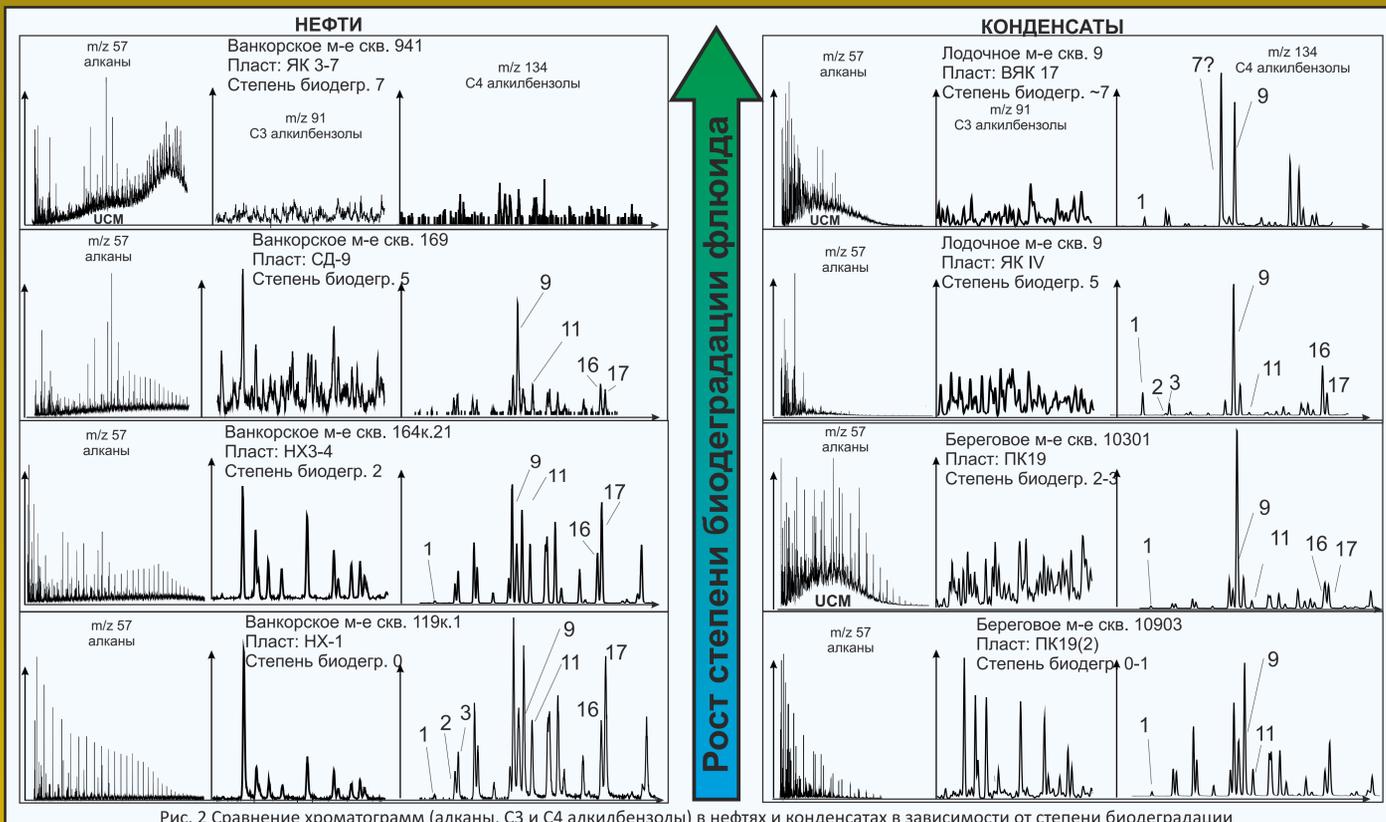


Рис. 2 Сравнение хроматограмм (алканы, C3 и C4 алкилбензолы) в нефтях и конденсатах в зависимости от степени биодegradации

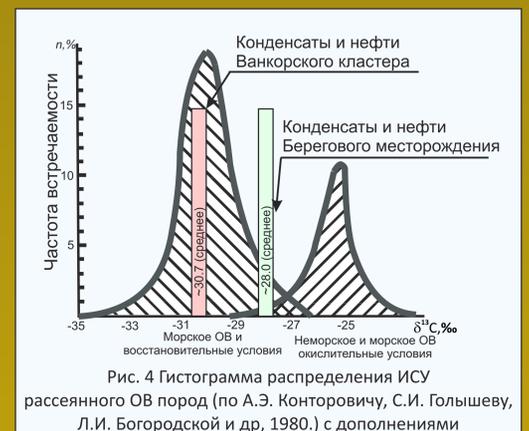


Рис. 4 Гистограмма распределения ИСУ рассеянного ОВ пород (по А.Э. Конторовичу, С.И. Гольшеву, Л.И. Богородской и др., 1980.) с дополнениями

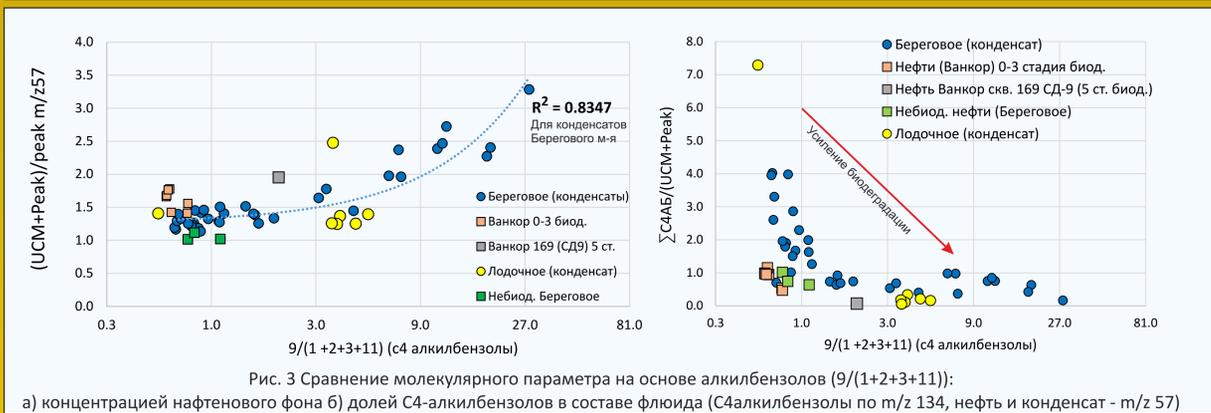


Рис. 3 Сравнение молекулярного параметра на основе алкилбензолов (9/(1+2+3+11)):

а) концентрацией нефтяного фона б) долей C4-алкилбензолов в составе флюида (C4алкилбензолы по m/z 134, нефть и конденсат - m/z 57)

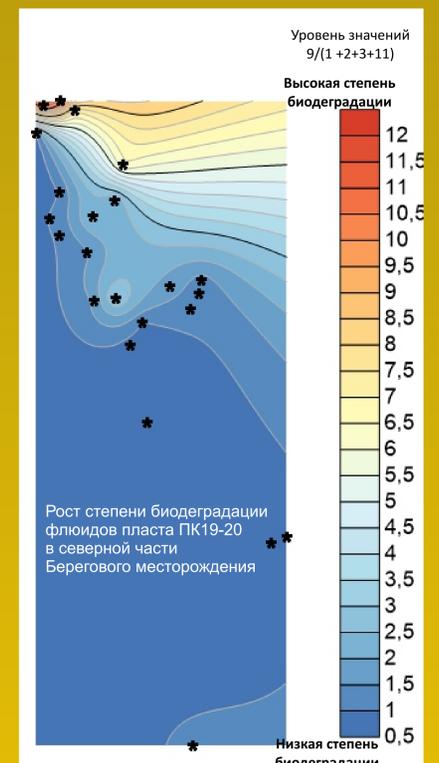


Рис. 5 Распределение параметра 9/(1+2+3+11) в нефтях и конденсатах пласта ПК19-20 по площади Берегового месторождения

Другой интересной спецификой изменения состава C4 алкилбензолов является неодинаковость темпов изменения их распределения у нефтей и конденсатов при росте степени биодegradации. Так, в нефтях, в том числе и при росте нефтяного фона (UCM) состав этих алкилбензолов практически не изменяется. Заметный переход виден только на образце с 5-й степенью биодegradации. В свою очередь в конденсатах заметно постепенное увеличение концентрации 9-го пика (смесь изомеров: 1-метил-4-пропилбензол, n-бутилбензол, 1,4-диэтилбензол) и уменьшение общей доли других пиков (Рис. 2). При этом, при переходе к более высоким степеням биодegradации в нефтях C4 алкилбензолы отсутствуют уже на 7-й степени биодegradации, а в конденсатах они ещё остаются, но их распределение сильно искажено относительно начального. Здесь в качестве примера был выбран конденсат лодочного месторождения из скважины №9, который имеет приблизительно 6-7 степень биодegradации, но в нём ещё присутствуют остаточные компоненты C4 алкилбензолов (рис. 2). Возможно, что одна из причин этого кроется в том, что относительно нефтей в конденсатах содержится много больше алкилбензолов, а значит на хроматограммах становится заметно постепенное изменение их состава. Другой причиной может являться фазовое состояние флюида в залежи. Концентрирование более лёгких компонентов в паровой фазе приводит к тому, что изменения в составе этих компонентов более заметны, чем в нефтях.

По относительным изменениям величины пиков в процессе биодegradации можно предложить молекулярный параметр, который коррелирует с величиной нефтяного фона (рис. 3). Однако этот параметр из-за отмеченных ранее причин наиболее эффективно будет работать только в конденсатах. Также стоит принимать в расчёт и генетические особенности сравниваемых флюидов (рис. 4), поскольку начальные соотношения пиков C4 алкилбензолов во флюидах из различных источников будут заметно отличаться [1]. По этой причине в случае если на месторождении присутствуют флюиды из нескольких источников, то сравнивать их биодegradацию по молекулярному параметру, вероятнее всего, будет некорректно.

При сравнении распределения алкилбензолов в конденсатах разных месторождений по молекулярному соотношению выявился факт того, что при разных степенях биодegradации (примерно 1-3 на Береговом и 4-7 на Лодочном) эти соотношения приблизительно одинаковы (рис. 3). А значит можно допустить, что фактор генетического происхождения конденсатов может оказывать влияние на ход изменения состава их C4-алкилбензолов при биодegradации. Также на состав C4 алкилбензолов может влиять примесь небиодegradированного флюида в залежи, т.е. могут поступать «свежие» небиодegradированные компоненты. Из-за этого величина нефтяного фона с пиками (UCM+Peak) может не коррелировать с молекулярными параметрами биодegradации, или даже искажаться оценка самой степени биодegradации флюидов. Тем не менее, не смотря на выявленные особенности, данный молекулярный параметр при необходимости можно использовать как дополнительную цифровую основу для выражения стадийности протекания биодegradации в конденсатах вместе с нефтяным фоном, не прибегая к оценке наличия отдельных групп соединений (рис. 5).

Список литературы

- Обласов Н.В., Эфтор И.В. Гончаров И.В. Генетическая типизация нефтей на основе C3 и C4 бензолов с использованием дискриминантного анализа / Н.В. Обласов, И.В. Эфтор, И.В. Гончаров // Новые Идеи в Геологии Нефти и Газа-2023. – М.: МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023.
- Богородская Л.И., Гольшев С.И., Конторович А.Э. Распределение стабильных изотопов углерода в органическом веществе различной генетической природы // VIII Всесоюз. симпозиум по стабильным изотопам в геохимии: Тез. докл. М.: 1980, с. 29–32.
- Bin Cheng, Tieguan Wang, Haiping Huang, Guangli Wang, Bernd R.T. Simoneit, Ratios of low molecular weight alkylbenzenes (C0–C4) in Chinese crude oils as indicators of maturity and depositional environment, Organic Geochemistry, 2015. № 88 pp. 78-90.
- Zhang, L., Bai, G., Zhao, X., Zhou, L., Zhou, S., Jiang, W., et al. (2019). Oil-source Correlation in the Slope of the Qikou Depression in the Bohai Bay Basin with Discriminant Analysis. Mar. Pet. Geology. № 109. pp 641–657.
- Wenger, L.M., Davis, C.L., Isaksen, G.H., 2002. Multiple controls on petroleum biodegradation and impact on oil quality. SPE Reservoir Evaluation and Engineering – №5. –pp. 375–383.
- Oblassov N.V., Goncharov I.V., Samoilenko V.V., Van Graas G.W. Biodegradation in the Nkh 3-4 reservoir at Vankor Field (West Siberia Basin, Russia) is strongly controlled by rock properties // Organic Geochemistry. – 2018. – №119. – pp. 36-49.