

УДК 553.98.061.33

Белецкая С.Н.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт» (ФГУП «ВНИГРИ»), Санкт-Петербург, Россия, ins@vnigri.ru

ОЦЕНКА МАСШТАБА ЭМИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ПОРОД

Приведены доказательства эмиграции микронепти из материнских пород различного литологического состава. Методом сравнительного анализа хлороформных и газовых экстрактов из открытых и закрытых пор пород рассчитан масштаб эмиграции углеводородов из пород, рассеянное органическое вещество которых находится на различных грациях катагенеза.

Ключевые слова: рассеянное органическое вещество, первичная миграция, углеводороды, масштаб эмиграции.

В последние годы вновь реанимируется представление о неорганическом происхождении нефти. Понимание процессов формирования нефтяных месторождений имеет отнюдь не только теоретическое, но и важное практическое и даже стратегическое значение.

Признание положения, что преобразование рассеянного органического вещества (РОВ) в процессе погружения нефтематеринских пород является основным механизмом образования залежей нефти и газа, неизбежно приводит к пониманию ограниченности и, соответственно, истощению нефтяных запасов в природе.

Основные положения, доказывающие органическое происхождение нефти, блестяще изложены в статье Н.Б. Вассоевича [Вассоевич, 1975].

Долгие годы главным возражением «неоргаников» являлась трудность перехода битумоидов из плотных материнских пород в коллектор. Сумма факторов, обуславливающих отрыв подвижных компонентов от материнского вещества и продвижение их по нефтематеринской породе до коллектора, составляет сущность проблемы первично-миграционных процессов (ПМП).

Эмиграция УВ протекает в процессе катагенетического преобразования в сложных пластовых условиях: в меняющейся термобарической обстановке, в многофазной системе, состоящей из твёрдой фазы (порода, РОВ), жидкой фазы (часть РОВ, пластовые воды различной степени минерализации), как правило, при наличии свободной газовой фазы (различного состава и генезиса) на фоне тектонических движений и литификации пород.

В качестве механизмов первичной миграции битумоидов разрабатывались следующие: образование истинных и (или) коллоидных водных растворов в воде, насыщенной газами, в

структурированной воде, под действием поверхностных сил; процесс гидрослюдизации монтмориллонитовых глин, цементации пород и перекристаллизации карбонатов; диффузии, в виде плёнки на газовом пузырьке, а также растворения в сжатых газах, в результате действия ретроградных явлений.

Воздействие каждого из природных факторов, влияющих на миграцию, а также результаты изучения возможных механизмов первичной миграции, закономерности дифференциация битумоидов в процессе миграции микроневфти (МН) и методы диагностики ПМП детально рассмотрены в ряде работ автора [Белецкая, 1990, 2007, 2008].

На различных этапах погружения осадков действие одного из факторов или механизмов ПМП может стать доминирующим и фиксироваться по составу битумоидов. Однако, при одновременном действии нескольких механизмов ПМП, а также при частичной эмиграции и перераспределении битумоидов по пласту идентификация затруднена.

Для диагностики состояния ПМП в нефтематеринских породах во ВНИГРИ был разработан метод сравнительного изучения битумоидов из открытых (P_0) и закрытых (P_3) пор пород [Белецкая, 2008].

В данной работе приведены результаты извлечения микроневфти хлороформом и сжатым углекислым газом из недробленных пород (ХН и ГН) – из P_0 и затем из дробленных пород – (ХД и ГД) из P_3 . Газовые экстракты также подразделяются по методу извлечения растворенных компонентов из газового раствора – битумоиды, выделяемые из раствора при снижении давления и температуры, конденсирующиеся в сепараторах, – $ГН^{сеп}$ и $ГД^{сеп}$ и наиболее подвижные битумоиды, преимущественно углеводороды, улавливаемые адсорбентами в фильтрах – $ГН^{\phi}$ и $ГД^{\phi}$.

На рис. 1-3 приведены результаты анализа газовых и хлороформных экстрактов из открытых (верхний ряд) и закрытых пор (нижний ряд) нефтематеринских пород различного возраста, РОВ которых находится на различных градациях катагенеза.

В табл. 1 даны характеристики исследованных пород и результаты анализа экстрактов, полученных из P_0 и P_3 .

Начальный этап преобразования РОВ (**подстадия ПК**) представлен образцом сузакских сланцев из обнажения палеогеновых отложений в районе ручья Зидды (Средняя Азия). Получены хроматограммы углеводородов хлороформных экстрактов из открытых и закрытых пор породы – $УВ_0$ и $УВ_3$. Гамма метановых $УВ_0 - C_{10} \div C_{33}$ с максимумами на изо- C_{19} и изо- C_{21} и на н- C_{31} ; гамма метановых $УВ_3 - C_8 \div C_{30}$ с максимумами на н- C_{9-14} и на н- C_{29} . В порах закрытых (P_3) явно преобладают лёгкие, летучие УВ (ЛУВ) (рис. 1А, Б). Отношение

битумоидных коэффициентов легких (ЛУВ) и тяжелых (ТУВ) углеводородных фракций, т.е. C_8-C_{14} и $C_{15}-C_{33}$ ($\beta^{ЛУВ}/\beta^{ТУВ}$) для Π_0 и Π_3 составляет $0,07/0,52=0,13$ и $0,03/0,04=0,75$ соответственно, а это значит, что в закрытых порах относительное количество ЛУВ в 6 раз выше, чем в открытых. Подобная картина распределения УВ свидетельствует о значительной эмиграции ЛУВ₀. Масштаб эмиграции из Π_0 , рассчитанный на основании отношений β ЛУВ и ТУВ из Π_0 и Π_3 , составляет 48 % от суммарного $\beta^{УВ}$.

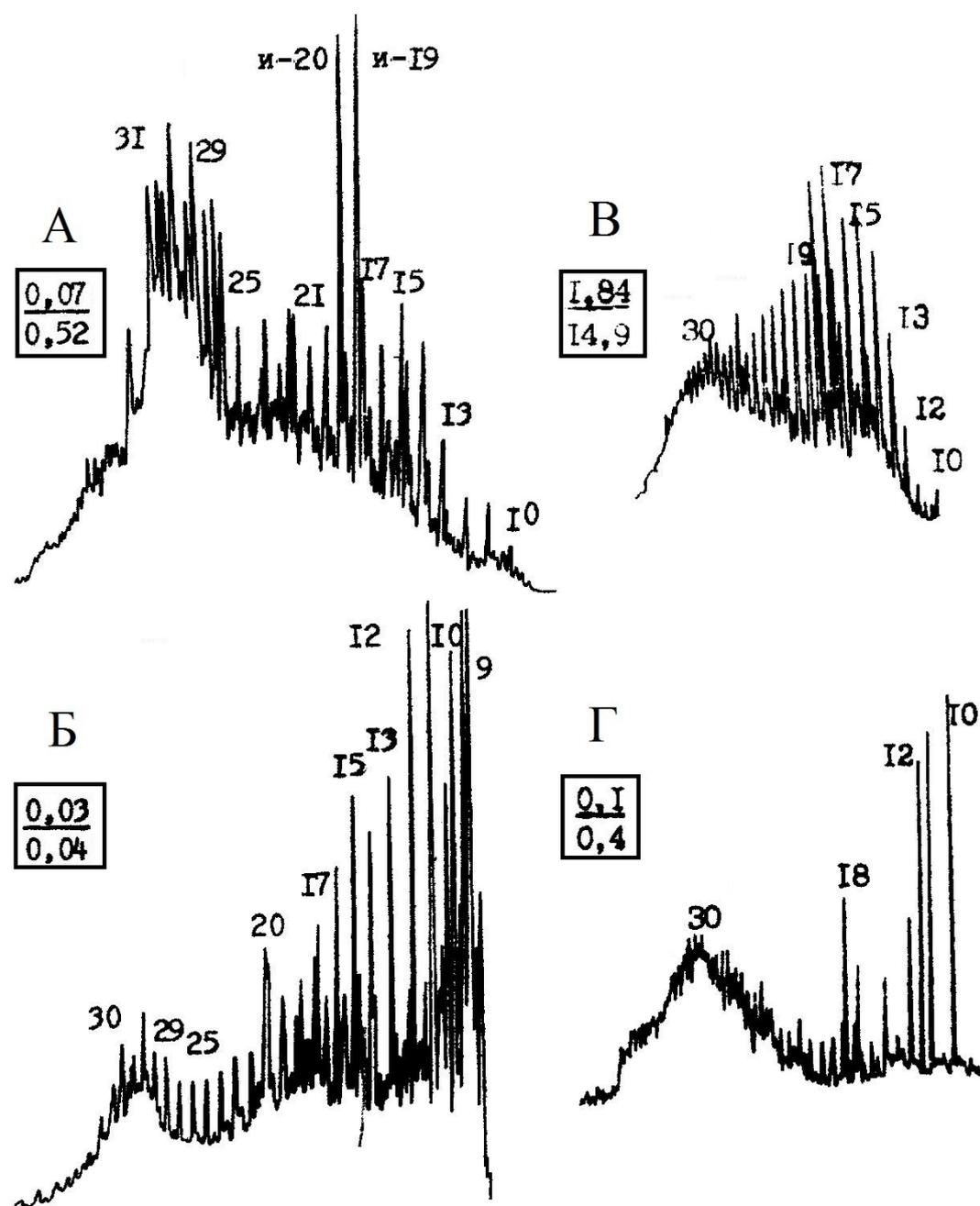


Рис. 1. Хроматограммы хлороформных экстрактов из открытых (верхний ряд) и закрытых (нижний ряд) пор пород

Градация катагенеза ПК (А, Б) – р. Зидды, обнажение P_2 , сузакские сланцы; градация катагенеза МК₁ (В, Г) – пл. Журавская, палеоглубина 2,1 км, P_3 ткр, аргиллит известковый. Цифры в квадрате: сверху - $\beta^{ЛУВ}$, внизу - $\beta^{ТУВ}$.

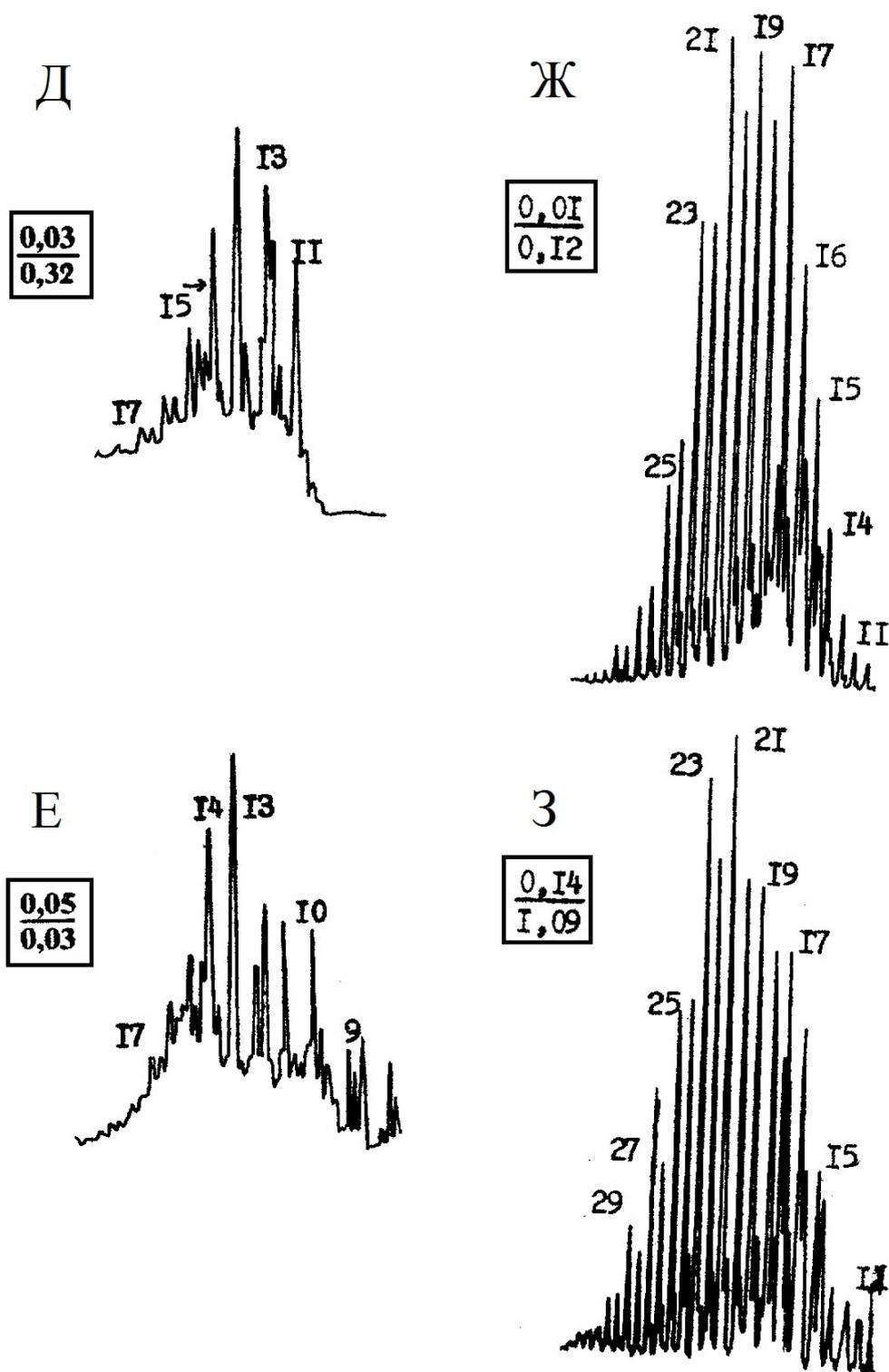


Рис. 2. Хроматограммы газовых (Д, Е) и хлороформных (Ж, З) экстрактов из открытых (верхний ряд) и закрытых (нижний ряд) пор пород Д, Е – градация катагенеза МК₂ – пл. Поточная, J_{3bg}, палеоглубина 2,6 км; Ж, З – градация катагенеза МК₃ – пл. Томбаевская, J_{1toг}, палеоглубина 3,2 км. Цифры в квадрате: сверху - β^{IVB} , внизу - β^{TVB} .

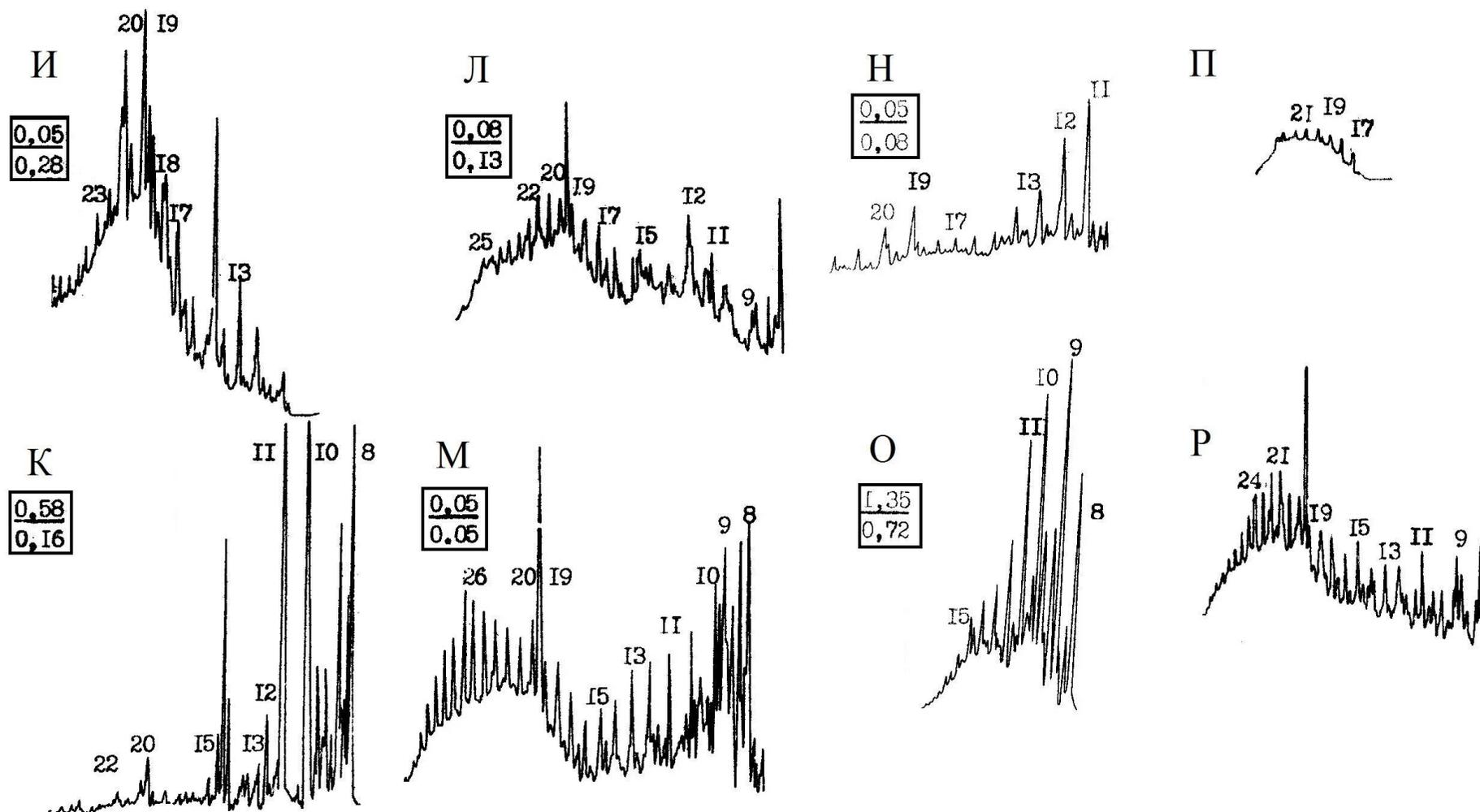


Рис. 3. Хроматограммы газовых (H, O) и хлороформных (И, К, Л, М, П, Р) экстрактов из открытых (верхний ряд) и закрытых (нижний ряд) пор пород

Градация катагенеза МК₃ (Л, М) – пл. Христофоровская, V_{2np}, палеоглубина 4,1 км; градация катагенеза МК₄ (И, К) – пл. Христофоровская, V_{2np}, палеоглубина 3,9 км; градация катагенеза АК₁₋₂ (H, O) – р. Брус, Є_{2at}, палеоглубина 5,1 км; градация катагенеза АК₃₋₄ (П, Р) – пл. Тарасовская, D_{2st}, палеоглубина 5,6 км. Цифры в квадрате: сверху - β^{IVB} , внизу - β^{TVB} .

Таблица 1

Характеристика пород и результаты анализа состава газовых и хлороформных экстрактов

Градация катагенеза	Адрес, возраст	Глубина отбора, м (палеоглубина, км)	Литология (НО, %)	Содержание $C_{орг}$, %	$\frac{П_0}{П_3}$	$\frac{\beta_{XH}}{\beta_{XD}} \left(\frac{\beta_{YB_0}}{\beta_{YB_3}} \right)$	$\frac{(\beta_{AcфCm})_0}{(\beta_{AcфCm})_3}$	$\frac{\beta_0^{ЛУВ}}{\beta_3^{ЛУВ}}$	$\frac{\beta_3^{ЛУВ} / \beta_3^{ТУВ}}{\beta_0^{ЛУВ} / \beta_0^{ТУВ}}$	$\frac{(MНУВ / APУВ)_0}{(MНУВ / APУВ)_3}$	Дефицит $\beta_0^{ЛУВ}$ и $\beta_0^{MНУВ}$ в % на $\Sigma \beta^{XB}$
ПК	Ручей Зидды (Средняя Азия), P ₂	обнажение	мергель, сузакский сланец (61,1)	≈10	-	-	-	$\frac{0,07}{0,03} = 2,3$	$\frac{0,03/0,04}{0,07/0,52} = \frac{0,75}{0,13} = 6$	-	48 -
МК ₁	пл. Журавская (Ставрополье), P ₃ mkp	2130-2136 (2,1)	аргиллит изв. (85,9)	2,78	$\frac{17,13}{0,73} = 23,5$	13,2 (34,2)	4,8	$\frac{1,22}{0,5} = 2,4$	$\frac{0,50/0,29}{1,22/9,86} = \frac{1,72}{0,12} = 14,3$	$\frac{2,5}{4,0} = 0,6$	34 (22)
МК ₂	пл. Поточная (Западная Сибирь), J ₃ bg	2645-2649 (2,7)	аргиллит изв. (81,6)	11,00	$\frac{9,35}{3,78} = 2,5$	8,4 (45)	$\frac{5,05}{1,35} = 3,7$	$\frac{0,28}{0,20} = 1,4$	$\frac{0,20/0,17}{0,28/5,35} = \frac{0,18}{0,05} = 23,6$	$\frac{0,7}{1,0} = 0,7$	2,9 (10)
МК ₃	пл. Томбаевская (Западная Сибирь), J ₁ tg	3200-3206	аргиллит изв. (86,9)	7,70	$\frac{2,39}{2,12} = 1,1$	0,1 (0,1)	0,1	$\frac{0,01}{0,14} = 0,07$	$\frac{0,14/1,02}{0,01/0,12} = \frac{0,13}{0,08} = 1,6$	$\frac{2,9}{1,4} = 2,0$	<1 -
МК ₄	пл. Христофоровская (Восточная Сибирь), V ₂ np	2979-2988 (3,9)	аргиллит изв. (82,0)	0,19	$\frac{1,59}{0,43} = 3,7$	2,0 -	-	$\frac{0,05}{0,58} = 0,09$	$\frac{0,58}{0,05} = 12 *$	-	52 -
МК ₅	пл. Христофоровская (Восточная Сибирь), V ₂ np	3142-3154 (4,1)	аргиллит изв. (81,8)	0,25	$\frac{1,69}{0,43} = 3,9$	2,5 -	-	$\frac{0,064}{0,052} = 1,2$	$\frac{0,052}{0,064} = 0,8$	-	26,4 -
АК ₁₋₂	р. Брус (Восточная Сибирь), C ₂ am	обнажение (5,1)	известняк глинистый (27,4)	1,20	$\frac{0,19}{2,80} = 0,1$	0,25 (0,1)	1,2	$\frac{0,05}{1,35} = 0,04$	$\frac{1,35/0,72}{0,05/0,08} = \frac{1,9}{0,6} = 3,2$	$\frac{1,7}{4,0} = 0,4$	12 (6)
АК ₃₋₄	пл. Тарасовская (Нижнее Поволжье), D ₂ st	4151-4153 (5,6)	аргиллит известковый (77,7)	0,16	$\frac{0,36}{0,74} = 0,5$	2,0 -	-	отс 0,13	-	-	≈ 100 -

-- отсутствие данных; отс – отсутствие компонентов; НО – нерастворим. остаток, D – дефицит.

* - для Христофоровской площади $\frac{\beta_3^{ЛУВ}}{\beta_0^{ЛУВ}}$

Градация МК₁ представлена известковым аргиллитом (НО – 85,9 %) майкопской свиты (Р₃–N₁) Ставропольского края Журавской площади (гл. 2130–2136 м). Содержание С_{орг} – 2,78. Состояние ПМП изучалось на основании состава ХН и ХД. Рассмотрение полученных данных (табл. 1) позволяет сделать следующие выводы. В связи с тем, что в породе наблюдается значительное преобладание П₀ (П₀/П₃=23) и при этом недозаполненность открытых пор асфальтеново-смолистыми компонентами (АсфСм)₀/(Асф/См)₃=4,8 при некотором избытке УВ₀, можно предположить, что битумоид на этом участке породы претерпел значительные изменения в результате ряда процессов:

- генерации, преимущественно УВ;
- миграции и перераспределения битумоидов по П₀, с частичным выделением менее подвижных компонентов на путях миграции;
- эмиграции из открытых пор.

Можно предположить, что значительная часть битумоидов, включая асфальтеново-смолистые компоненты, эмигрировала из породы. Отношение УВ₀/УВ₃=34, что свидетельствует о некотором избытке УВ₀, однако, изучение состава УВ (рис. 1В, Г) показало, что в П₀ преобладают ТУВ₀, фракции С₁₅₋₂₅ и циклические УВ, в то время как значительная часть наиболее подвижных ЛУВ и МНУВ сохранилась в П₃. В УВ₃ преобладают ЛУВ гаммы С_{9-С13}. Доля ЛУВ в суммарной углеводородной фракции характеризуется отношением битумоидных коэффициентов. Сравнение долей ЛУВ в углеводородах П₀ и П₃ (ЛУВ/ТУВ)₃/(ЛУВ/ТУВ)₀, свидетельствует о том, что в П₃ в 14 раз больше ЛУВ, чем в П₀. Основная масса ЛУВ₀ эмигрировала из породы. Сравнение отношений метаново-нафтеновых и ароматических ТУВ-МНУВ/АРУВ показало, что оно в П₀=2,5, ниже этого отношения в П₃=4,0, что свидетельствует об активной эмиграции МНУВ из П₀. Коэффициент отдачи МНУВ равен 22 %, а фиксируемый дефицит ЛУВ₀ составляет 34 % от суммарного β_{хб}.

Состояние первично-миграционных процессов (ПМП) на **градации МК₂** иллюстрирует образец известкового аргиллита баженовской свиты J₃ Западной Сибири (Поточная пл., гл. 2647 м, НО – 81,6 %, С_{орг} – 11,0 %). Отношение объемов пор (П₀/П₃) – 2,5, а ХБА в них – 8,4, при том, что отношение УВ₀/УВ₃ – 45; С_{м0}/С_{м3} – 6; Асф₀/Асф₃ – 1,3. Подобное распределение свидетельствует о ряде процессов, таковое обусловивших. Так, в результате активной генерации различных компонентов битумоида на этапе главной фазы нефтеобразования (ГФН) наиболее подвижные газы, жидкие УВ и часть лёгких смол эмигрируют из породы, в то время как относительно тяжелые УВ и смолы концентрируются на путях миграции. Асфальтеново-смолистые компоненты играют роль блокаторов. Об этом

свидетельствует ряд фактов. Установлено, что сжатыми газами извлекается – наряду с лёгкими – часть тяжёлых УВ ($\beta^{\Gamma\Theta}_{\text{TUV}} - 2,43\%$), но только хлороформная экстракция – вместе с асфальтеново-смолистыми компонентами – извлекает основную массу УВ из открытых пор ($\beta - 5,35\%$). Обусловлено это тем, что часть УВ, мигрирующих по открытой поровой системе породы, блокируется асфальтеново-смолистыми компонентами. Расчёт, проведенный на основании сравнения асфальтеново-смолистых компонентов и тяжёлых УВ в открытых и закрытых порах, свидетельствует об избытке ТУВ в Π_0 около 45 %. Однако, при этом наблюдается дефицит МНУВ в Π_0 (отношение $\text{МНУВ}/\text{АрУВ}_0 - 0,7$, а $\text{МНУВ}/\text{АрУВ}_3 - 1,0$). Дефицит МНУВ_0 , рассчитанный на основании отношения битумоидных коэффициентов МНУВ и АрУВ в открытых и закрытых порах, составляет 1,6 %, или 10 % от суммарного значения $\beta_{\text{ХБА}}$. Доля летучих УВ в закрытых порах – относительно тяжёлых УВ – значительно выше, чем в открытых порах; отношение $(\beta^{\text{ЛУВ}}/\beta^{\text{ТУВ}})_3/(\beta^{\text{ЛУВ}}/\beta^{\text{ТУВ}})_0 = 32,5$. Дефицит $\beta_0^{\text{ЛУВ}}$ составляет 8,8 %. Однако эта цифра завышена в связи с тем, что в расчёте участвуют перераспределённые ТУВ с соседних участков породы. Расчёт, проведённый на основании соотношения более стабильных асфальтеново-смолистых компонентов показывает дефицит $\beta_0^{\text{ЛУВ}} = 0,46\%$, или 2,9 % от суммарного значения $\beta_{\text{ХБА}}$. Таким образом, в данной точке формации J_3bg фиксируется генерация УВ и других компонентов битумоида, эмиграция ЛУВ (2,9 %) и МНУВ (10 %) из открытых пор, а также значительное количество тяжёлых УВ (5,35 %), заблокированных асфальтеново-смолистыми компонентами на путях миграции внутри породы. Подобная картина сложилась в результате того, что непосредственно над баженовской свитой J_3 залегают уплотнённые тонкоотмученные слабопроницаемые глины мегинской свиты K_1 . В них встречаются единичные следы флюидоразрывов, заполненных асфальтеново-смолистыми компонентами. Выше по разрезу залегают крупнозернистые алевролиты с тонкозернистым кальцитовым цементом, очень плотные, слабопроницаемые. Кольматация алевролита карбонатным материалом произошла на более ранних этапах литогенеза, в результате чего значительное количество генерированных в баженовской свите битумоидов было запечатано сверху. Изучение пород васюганской свиты, отобранных в непосредственной близости от баженовской свиты (4-11 м ниже) даёт ответ на вопрос, куда эмигрировала основная масса подвижных компонентов на Поточной площади. Порода – мелкозернистый песчаник, содержание эпигенетического битумоида составляет около 10 г на кг породы, т.е. 1 %, а состоит он в основном из метановых и летучих УВ.

Образец аргиллита ($HO=86,9\%$) из юрских отложений (J_{1tg}) Томбаевской площади, Западной Сибири, РОВ которого находится на **градации МК₃**, содержит $C_{орг} - 7,7\%$. Отношение $P_0/P_3=1,1$, в то время как отношение ХН/ХД в 10 раз меньше (табл. 1), что свидетельствует об эмиграции всех компонентов битумоида из породы. Изучение состава ХН и ХД (рис. 2Ж, 3) показало, что прошла активная генерация преимущественно метановых УВ, а близость состава ХН и ХД скорее всего объясняется тем, что эмиграция всех компонентов происходила как из открытых, так и из закрытых пор. Анализ состава газовых экстрактов показал, что гамма ЛУВ₀ $C_{11}-C_{14}$ составляет всего лишь десятую часть ТУВ, при том, что $\beta_3^{ЛУВ}$ в 14 раз больше, чем $\beta_0^{ЛУВ}$; доля ЛУВ во фракции ХД составляет 4 %, а в ХН – 3 %, что скорее свидетельствует о сравнительно равномерном распределении компонентов. В связи с тем, что содержание $C_{орг}$ в породе достаточно велико (7,7 %), процесс катагенетического преобразования ОВ сопровождается выделением значительного количества газов и УВ, что в свою очередь будет способствовать межпоровому перераспределению и выравниванию состава битумоидов открытых и закрытых пор. На основании результатов анализа можно сделать вывод, что в процессе генерации значительного количества метановых УВ на последнем этапе ГФН часть ЛУВ эмигрировала как из P_0 , так и P_3 .

Градиция МК₄ (начало) представлена алевритистым известковым аргиллитом ($HO=82\%$) из вендских отложений (V_{2np}) Христофоровской площади (юг Сибирской платформы гл. 2979–2988 м, палеоглубина – 3,9 км, содержание $C_{орг} - 0,19\%$). Отношение $P_0/P_3=3,6$, а $ХН/ХД=2,0$, $ЛУВ_0/ЛУВ_3=0,08$. Изучение состава УВ во фракциях ХН и ХД (рис. 3И, К) показало, что в P_0 гамма УВ $C_{13}-C_{25}$, с явным преобладанием ТУВ и циклических УВ, $\beta_0^{ЛУВ}$ всего лишь 0,05 %, а в P_3 гамма ЛУВ более широкая и доля их выше: УВ $C_9.C_{14}$ составляют около 80 % фракции и $\beta_3^{ЛУВ} - 0,58\%$, в 11 раз больше, чем в P_0 . Подобное распределение свидетельствует о значительной генерации ЛУВ на последнем этапе и о сохранности их только в P_3 . Отдача ЛУВ из P_0 составляет 52 % от суммарного битумоида.

Граница **градаций МК₄/МК₅** представлена ОВ известкового аргиллита вендских отложений той же Христофоровской площади (гл. 3142-3154 м, палеоглубина 4,1 км). Содержание $C_{орг} - 0,25\%$; отношение $P_0/P_3 - 3,9$, а $ХН/ХД - 2,5$. На рис. 3Л, М представлены результаты изучения состава УВ из открытых и закрытых пор. В УВ₀ явное преобладание ароматических и нафтеновых ТУВ, отношение $ЛУВ_0/ТУВ_0=0,6$. В закрытых порах зафиксирована активная генерация ЛУВ фракции C_8-C_{14} , происходившая в конце

мезокатагенеза. На высоких градациях катагенеза в P_3 , как правило, наблюдается бимодальное распределение метановых УВ, выявляются два пика: первый – ЛУВ с максимумом на C_{8-10} и второй – ТУВ C_{17-19} , с явным преобладанием нафтеново-ароматических ТУВ; УВ C_{23-33} практически отсутствуют, очевидно, в результате преобразования высокомолекулярных компонентов (рис. 3М). Фиксируемый дефицит ЛУВ в P_0 составляет 26 % от суммарного ХБ. Можно предположить, что в рассматриваемом образце основная масса ОВ в породе к градации $МК_5$ подверглась значительному изменению в результате катагенетического преобразования и в процессе эмиграции подвижных компонентов. Результирующая этих процессов нагляднее отражается на составе УВ₃, в то время как в УВ₀ преобладают процессы эмиграции.

Градация АК₁₋₂ представлена глинистым известняком (НО – 27,4 %) из обнажения амгинского яруса ϵ_2 (р. Брус, западное обрамление Тунгусской синеклизы); содержание $C_{орг}$ – 1,2 %. Для этого образца проведен полный анализ – получены экстракты ГН и ХН из P_0 , затем, после дробления - ГД и ХД. Наблюдаются все признаки остаточности битумоида открытых пор. Во-первых, основная масса битумоидов приурочена к закрытым порам, $\beta_0^{ХН}=0,21$ %, а $\beta_3^{ХД}=1,03$ %. Во-вторых, содержание УВ в ХН – 41 %, в ХД - 85,9 %, дефицит УВ в P_0 , рассчитанный на основании соотношения УВ и АсфСм компонентов в P_3 составляет 39 % от ХБ, в-третьих, отношение МНУВ/АРУВ в P_0 - 1,7, а в ХД – 4,0. Отдача МНУВ₀, рассчитанная на основании отношений МНУВ/АРУВ, составляет 6 %. Реальное количество эмигрировавших компонентов бесспорно значительно выше, так как исходные данные по закрытым порам занижены из-за неизбежной эмиграции в первую очередь МНУВ из P_3 на всех этапах, особенно в главную фазу нефтеобразования. В-четвёртых, в P_0 очень мало ЛУВ, (рис. 3Н, О), гамма C_{11-14} , с максимумом на C_{11} , $\beta_0^{ЛУВ}$ – всего лишь 0,05 %, а в P_3 – гамма C_{8-14} , с максимумом на C_9 , $\beta_3^{ЛУВ}$ - 1,35, отдача ЛУВ₀ составляет 12 %. Естественно, фиксируется лишь отдача последнего этапа генерации-эмиграции.

В алевролитом известковом аргиллите (НО – 77,7 %) D_{2st} Тарасовской площади (Нижнее Поволжье, Доно-Медведецкий вал) РОВ находится на **градации АК₃₋₄** (содержание $C_{орг}$ – 0,16 %, гл. 4151-4153 м, палеоглубина – 5,6 км). Соотношение пор в породе P_0/P_3 ниже, чем ХН/ХД – 0,5 и 2,0 соответственно. Однако анализ фракций показал практически полное отсутствие УВ в P_0 (рис. 3П, Р), в то время как в P_3 выявлена широкая гамма УВ C_{9-30} , с явным преобладанием ЛУВ C_{9-14} , $\beta_3^{ЛУВ}$ – 0,13; ЛУВ₃ состоят преимущественно из метановых УВ, которые являются результатом генерации микроневфти последнего этапа; образовавшиеся одновременно ЛУВ₀ эмигрировали из породы, в P_0 остались нафтеново-

ароматические ТУВ, заблокированные асфальтеново-смолистыми компонентами. Таким образом, дефицит УВ в Π_0 близок к 100 %.

Полное отсутствие ЛУВ₀ зафиксировано нами почти во всех исследованных породах различного возраста и литологического состава, РОВ которых достигло апокатагенеза, в том числе в образцах из Средней Азии: р. Фан-Дарья (S), пос. Кенагаз (S), р. Дуоба (D). р. Сулюкта (Є), р. Шинг (J), р. Хасаут (S); с Сибирской платформы: р. Гремяка (Є_{2am}), р. Лена (R); с Новой Земли (D₂²). Во всех исследованных образцах зафиксированы ЛУВ₃, генерированные на последнем этапе, до выброса УВ из Π_3 , который может возникнуть только при накоплении в Π_3 значительного количества газов и ЛУВ, способных привести к флюидоразрыву и межпоровому перераспределению. Из-за большей прочности карбонатных пород, в них лучше сохраняются ЛУВ₃ (р. Брус, рис. 30).

При сравнении состава углеводородных фракций из открытых и закрытых пор исследованных пород (рис. 1, 2, 3) наблюдается сходство особенностей состава и распределения УВ в каждой из пород, что является наглядным свидетельством сингенетичности битумоида. Отличия в составе битумоидов, извлеченных из одной породы, возникают только в результате различной способности к эмиграции УВ из Π_0 и Π_3 .

Анализ экстракта, полученного из **сразу** раздробленной породы с нарушением поровой структуры, не даёт возможности оценить состояние и масштаб первично-миграционных процессов.

На основании сравнения отношений ЛУВ/ТУВ, МНУВ/АРУВ и УВ и АсфСм в Π_0 и Π_3 , появляется возможность рассчитать масштаб эмиграции УВ, МНУВ, и ЛУВ₀, которая произошла после последнего межпорового перераспределения, и охарактеризовать состав эмигрировавшего битумоида.

Для исследованных пород коэффициент отдачи ЛУВ₀ колеблется от 12 до 100 %.

Всё вышесказанное является наглядным доказательством возможности эмиграции УВ из нефтематеринских пород.

Литература

Белецкая С.Н. Первичная миграция нефти. – М.: Недра, 1990. – 288 с.

Белецкая С.Н. Механизмы и факторы первичной миграции нефти. Моделирование первичномиграционных процессов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2007. - Т.2. - <http://www.ngtp.ru/rub/1/028.pdf>

Белецкая С.Н. Диагностика первичномиграционных процессов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2008. - Т.3. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/1/1_2008.pdf

Вассоевич Н.Б. Происхождение нефти // Вестник МГУ, 1975. - №5. – С. 3-24.

Рецензент: Баженова Татьяна Константиновна, доктор геолого-минералогических наук.

Beletskaya S.N.

All-Russia petroleum research exploration institute (VNIGRI), Saint Petersburg, Russia,
ins@vnigri.ru

EVALUATION OF PRIMARY HYDROCARBON MIGRATION FROM SOURCE ROCK

The evidence of micro-oil migration from source rocks of different lithology is presented. The scale of hydrocarbon migration from rock (dispersed organic matter which are in various stages of catagenesis/epigenesis), is evaluated using the method of comparative analysis of chloroform and gas extracts from open and closed rock pores.

Key words: *diffuse organic matter, primary migration, hydrocarbons, migration scale.*

References

Beleckaâ S.N. Pervičnaâ migraciâ nefiti. – M.: Nedra, 1990. – 288 s.

Beleckaâ S.N. Mehanizmy i faktory pervičnoj migracii nefiti. Modelirovanie pervičnomigracionnyh processov // Neftegazovaâ geologiâ. Teoriâ i praktika. - 2007. - T.2. - <http://www.ngtp.ru/rub/1/028.pdf>

Beleckaâ S.N. Diagnostika pervičnomigracionnyh processov // Neftegazovaâ geologiâ. Teoriâ i praktika. - 2008. - T.3. - #1. - http://www.ngtp.ru/rub/1/1_2008.pdf

Vasoevič N.B. Proishoždenie nefiti // Vestnik MGU, 1975. - #5. – S. 3-24.

© Белецкая С.Н., 2011