

УДК 553.98;550.4

ВЕРТИКАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ (НА ПРИМЕРЕ РОГОЖНИКОВСКОГО И СЕВЕРО-РОГОЖНИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ)

А.А. Жильцова, В.И. Исаев, Ю.В. Коржов*

Томский политехнический университет

*Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

E-mail: zhiltsovaaa@mail.ru

Установлено межпластовое перемещение тяжелых нефтяных углеводородов состава $C_{10}-C_{21}$ в разрезе Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений Ханты-Мансийского автономного округа на основе уникальных геохимических исследований образцов кернового материала двух разведочных скважин (718, 765). Построена геохимическая модель вертикальной миграции тяжелых нефтяных углеводородов, в которой определены соединения, способные к межпластовой миграции, предложена форма миграции, и оценена дальность перемещения веществ в рассматриваемом разрезе.

Ключевые слова:

Миграция, тяжелые нефтяные углеводороды, геохимическая модель, Рогожниковское месторождение, Северо-Рогожниковское месторождение.

Key words:

Migration, heavy oil hydrocarbons, geochemical model, Rogozhnikovsky field, Severo-Rogozhnikovsky field.

Введение

Вертикальная миграция газообразных C_1-C_4 и легких C_5-C_8 углеводородов (УВ) от залежи к поверхности считается возможной и доказанной, наличие геохимических аномалий этих веществ относят к показателям нефтегазоносности [1].

В то же время возможно вертикальное перемещение УВ состава C_8-C_{40} в надпродуктивные и приповерхностные отложения. Но связь выявляемых аномальных полей с глубинными нефтегазовыми ловушками остается недоказанной. Существующие теоретические физико-химические, петрофизические модели нефтяных залежей указывают на возможность, но не доказывают факт существования аномалий тяжелых УВ в приповерхностных горизонтах нефтеносных территорий [2].

Цель исследований – экспериментальное установление возможности и механизма вертикальной миграции тяжелых нефтяных УВ состава C_8-C_{40} от нефтяной залежи к поверхностным горизонтам разреза. А также определение новых надежных, стабильных во времени, прямых геохимических показателей (поисковых признаков) наличия в недрах залежей нефти и газа.

Рассмотрение картины перемещения УВ-флюидов от нефтяной залежи в вышележащие отложения выполнено на основе детального послойного изучения над- и подпродуктивных отложений, вскрытых разведочными скважинами 718 и 765 Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений, на содержание и молекулярно-массовое распределение нефтяных компонентов. Изучался керновый материал продуктивной (давшей притоки УВ) 765 Северо-Рогожниковской скважины и непродуктивной (без нефтепроявления) 718 Рогожниковской скважины. Последнее дало представление об углеводородном фоне осадочных отложений и позволило более обоснованно проследить миграцию нефтяных УВ-флюидов.

Краткая характеристика объекта исследований

Рогожниковское и Северо-Рогожниковское месторождения в административном отношении находятся в Октябрьском районе Ханты-Мансийского автономного округа в 100 км восточнее г. Нягань (рис. 1).

Нефтеносность месторождений связана с продуктивными комплексами мезозойского возраста:



Рис. 1. Положение Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений на схематической тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты, на основе [3]: 1 – границы тектонических структур I порядка; 2 – границы внутреннего районирования; 3 – разрабатываемое месторождение углеводородов и его номер; 4 – исследуемая скважина и ее номер. Месторождения: 1) Каремпостское; 2) Песчаное; 3) Красноленинское; 4) Поснокортское; 5) Южно-Рогожниковское; 6) Рогожниковское; 7) Северо-Рогожниковское; 8) Большое; 9) Центральное; 10) Назымское; 11) Апсельское; 12) Средне Назымское

доюрским (отложения триаса); средне- и верхнеюрским (тюменская свита tm – пласты $ЮК_{2-6}$, абалакская ab – $ЮК_1$, тутлеймская tl – $ЮК_0$); апт-сеноманским (викуловская свита vk – пласт $ВК_1$).

Коллектора триасовых и ниже-среднеюрских отложений образуют единую в гидродинамическом отношении зону нефтенакпления. Нефтеносность данных отложений связывают с вертикальным перераспределением углеводородов из верхнеюрских отложений. Ожидаемыми видами межпластовой миграции УВ могут быть нисходящее

перемещение по трещинам и кавернам и диффузионное перераспределение.

Нефтеносность апт-сеноманского комплекса связана с викуловской свитой, заполнение залежей которой могло происходить в результате восходящих межпластовых перетоков из верхнеюрских нефтематеринских отложений.

Для исследований были отобраны образцы кернового материала скважин 765 (20 образцов из средне- и верхнеюрского, апт-сеноманского комплексов и палеозойского осадочно-вулcano-

генного образования) и 718 (8 образцов апт-сеноманского комплекса и палеозойских отложений).

Методика химико-аналитических исследований

Пробы керна, после детальной литологической и текстурной характеристики, определения наличия микрофаунистических остатков, следов битуминозности и нефтепроявлений, измельчали в лабораторной шековой дробилке до зернения менее 2 мм, перемешивали и направляли на аналитические исследования.

Навеску образца 40...50 г экстрагировали в колбе на 100 мл с притертой пробкой смесью н-гек-

сан: хлороформ (80:20 об. %) дважды по 30 мл при энергичном перемешивании в течение 10 мин. После фильтрации экстракта на анализ отбирают аликвоту, которую концентрировали до 1 мл отгонкой на ротационном испарителе при 40 °С.

Специальные количественные эксперименты показали, что данная схема позволяет выделить из образцов алевролитов при однократной экстракции до 90...95 % УВ рядов н-алканов C₉–C₄₀, алкилбензолов C₉–C₃₃, нафталинов C₁₀–C₁₃, фенантронов C₁₄–C₁₆ [4]. В экстракте по второй ступени указанные соединения находятся на грани чувствительности метода хромато-масс-спектроме-

Таблица. Характеристика органического вещества исследованного керна глубоких скважин

Шифр образца породы	Интервал отбора, м	Свита, пласт (стратон)	Сумма экстрагированных веществ, мг/кг	Содержание в породе, мг/кг (хромато-масс-спектрометрия)					Параметр состава алканов*	
				н-алканов C ₉ -C ₄₀	изопрен-алканов C ₁₅ -C ₂₀	н-алкил-бензолов C ₈ -C ₃₄	Нафталинов C ₁₀ -C ₁₂	Фенантронов C ₁₄ -C ₁₅	K _i	П/Ф
Площадь Северо-Рогожниковская, скв. 765										
(76) CP765 10ал	1524,3	hm (K _i)	84,40	1,960	0,415	0,019	0,196	0,049	0,44	1,49
(80) CP765 9ар	1526,0	hm (K _i)	50,22	1,745	0,314	0,017	0,140	0,028	0,36	1,04
(73) CP765 8п	1546,8	vk, BK _i (K _i)	84,66	3,885	0,688	0,045	0,422	0,074	0,59	1,23
(84) CP765 7ар	1550,0	vk, BK _i (K _i)	73,36	6,445	1,616	0,059	0,530	0,056	0,50	1,43
(66) CP765 7п	1556,4	vk, BK _i (K _i)	165,70	14,835	4,878	0,233	0,689	0,058	0,45	1,40
(83) CP765 6ар	2480,3	tl (J ₃)	204,29	32,730	1,505	0,117	0,983	0,240	0,13	1,71
(67) CP765 6п	2480,1	tl (J ₃)	80,29	9,873	1,490	0,053	0,325	0,160	0,29	1,63
(82) CP765 5ар	2502,0	ab (J ₃)	5353,50	187,566	32,507	5,608	29,283	6,285	0,58	0,83
(78) CP765 4ал	2506,1	ab (J ₃)	2746,47	84,255	23,177	1,943	6,941	1,651	0,86	0,96
(79) CP765 3ар	2507,0	ab (J ₃)	644,54	129,283	4,380	0,280	2,569	1,717	0,11	1,48
(74) CP765 ал+п	2563...2565	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	116,45	8,955	0,981	0,079	2,836	0,613	0,61	3,85
(71) CP765 1п	2585,0	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	55,17	2,657	0,325	0,022	0,506	0,109	0,47	1,64
(75) CP765 0ал	2600,0	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	128,62	16,998	1,013	0,078	2,808	0,707	0,27	3,62
(70) CP765 0п	2605,0	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	88,83	2,908	0,583	0,025	0,634	0,132	0,75	2,20
(64) CP765-1п	2610,3	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	93,85	5,958	2,112	0,049	0,534	0,152	0,72	4,46
(77) CP765-1ал	2616,5	tm, ЮК ₃₋₄ (J ₂)	1741,30	254,530	12,183	0,454	7,558	1,362	0,64	5,63
(65) CP765-2п	2769,0	(Pz)	78,46	4,614	0,649	0,040	0,102	0,020	0,49	1,04
(81) CP765-3ар	2892,1	(Pz)	3014,90	120,831	16,626	5,644	35,725	8,393	0,48	1,00
(68) CP765-3п	2900,8	(Pz)	177,09	0,800	0,134	0,008	0,018	0,005	0,54	0,78
(69) CP765-4п	2903,0	(Pz)	16,14	0,145	0,033	0,002	0,0	0,0	0,57	0,58
Площадь Рогожниковская, скв. 718										
(99) P718 9ар	1586...1588	hm (K _i)	281,28	0,067	0,020	0,001	0,0	0,001	0,82	0,91
(95) P718 8п	1594,0	vk, BK _i (K _i)	54,66	0,720	0,209	0,008	0,074	0,017	1,02	1,43
(98) P718 7ар	1598,0	vk, BK _i (K _i)	53,38	0,344	0,103	0,003	0,008	0,008	0,84	1,53
(97) P718 6ар	1605,1	vk, BK _i (K _i)	50,08	0,839	0,294	0,008	0,039	0,028	0,98	1,78
(85) P718 5п	1609,0	vk, BK _i (K _i)	47,43	1,011	0,297	0,010	0,086	0,016	0,75	1,42
(96) P718 4ар	1610,2	vk, BK _i (K _i)	99,58	1,625	0,476	0,020	0,305	0,042	1,09	2,14
(100) P718-4фунд	2695,5	(Pz)	57,11	0,325	0,030	0,002	0,002	0,001	0,36	0,50
(86) P718-5фунд	2707,0	(Pz)	54,72	0,742	0,079	0,008	0,006	0,006	0,70	0,41

*Геохимические параметры состава алканов [6]: П/Ф=иC₁₉/иC₂₀ – параметр обстановки осадконакопления; K_i=(иC₁₉+иC₂₀)/(иC₁₇+иC₁₈) – показатель источника органического вещества и обстановки осадконакопления.

Система		Отдел	Свита	Плост	Литологи- ческий разрез	Глубина, м	Шифр пробы	Н-алкилбензолы C_6-C_{14} в породе		Нафталины $C_{10}-C_{12}$, фенантроны $C_{14}-C_{15}$ в породе	
Меловая, К								Сумма н-алкилбензолов, концентрация, мг/кг	ММР н-алкилбензолов, концентрация, 10^{-3} мг/кг	Сумма нафталинов и фенантронов, концентрация, мг/кг	Состав нафталинов и фенантронов, концентрация, 10^{-3} мг/кг
			Хантымансийская	BK ₁		-1586	(99)P718 9ap	0,002	0,04	0,001	(99)P718 9ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1588	(95)P718 8п	0,022	0,03	0,091	(95)P718 8п
			Хантымансийская	BK ₁		-1594	(98)P718 7ap	0,008	0,03	0,016	(98)P718 7ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1595	(97)P718 6ap	0,021	0,03	0,066	(97)P718 6ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1596	(85)P718 5п	0,027	0,03	0,102	(85)P718 5п
			Хантымансийская	BK ₁		-1597	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1605	(96)P718 4ap	0,027	0,03	0,102	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1606	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1607	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1608	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1609	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1610	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap
			Хантымансийская	BK ₁		-1610	(96)P718 4ap	0,049	0,03	0,347	(96)P718 4ap

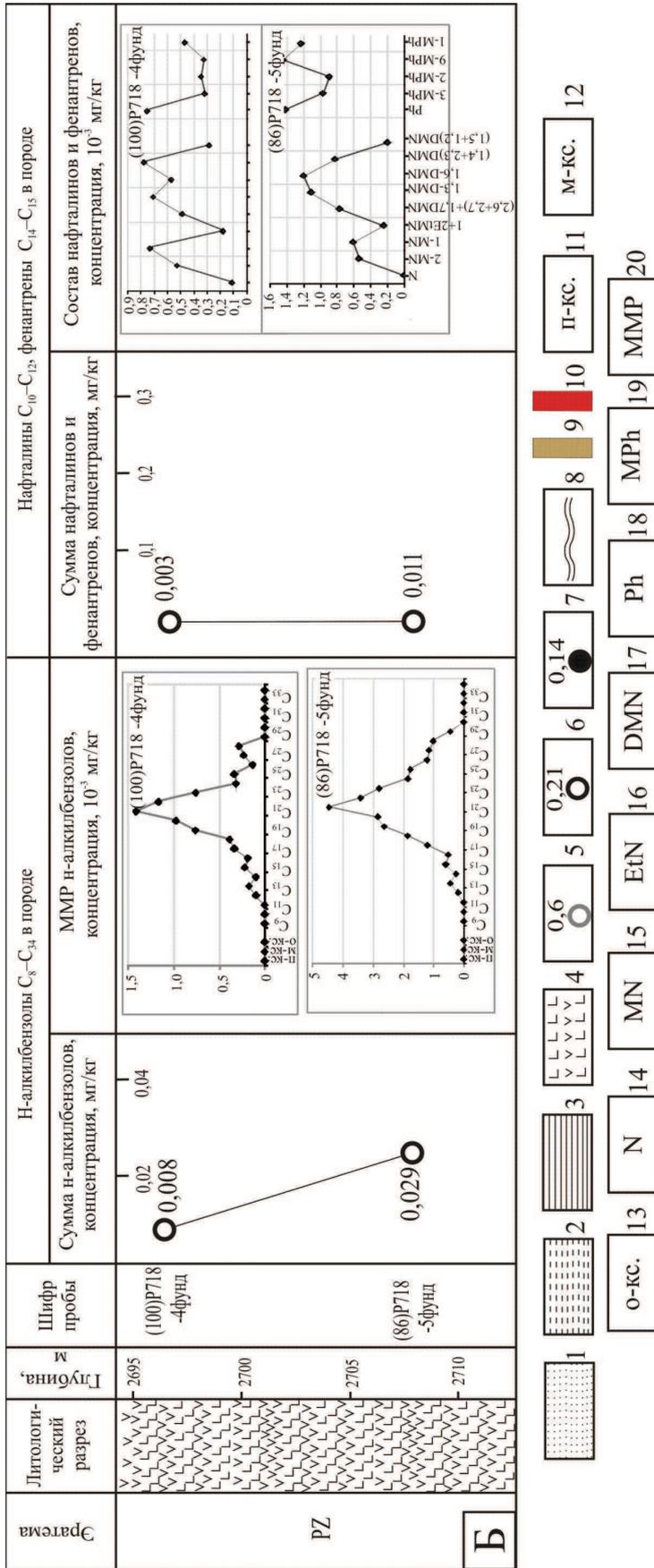


Рис. 2. Распределение ароматических углеводородов в разрезе меловых (А) и палеозойских (Б) отложений скважины Рогожниковская 718: 1) песчаник; 2) алевролит; 3) аргиллит; 4) породы фундамента; 5) концентрация в песчаниках; 6) концентрация в алевролитах; 7) концентрация в аргиллитах; 8) шкалы глубин и значений; 9) продуктивный пласт; 10) материнские отложения; ароматические углеводороды и их изомеры: 11) пара-ксилол; 12) мета-ксилол; 13) орто-ксилол; 14) нафталин; 15) метилнафталин; 16) этилнафталин; 17) диметилнафталин; 18) фенантрен; 19) метилфенантрен; 20) молекулярно-массовое распределение

трии, а при третьей экстракции чистым хлороформом — не обнаруживаются методом хроматографии. Тетра- и пентаароматические УВ могут экстрагироваться при двукратной экстракции н-гексан: хлороформом (80:20 об. %) не полностью.

Анализ экстрактов проведен на хромато-масс-спектрометре фирмы PerkinElmer Clarus 500MS. Аналитическая колонка 30 м×0,25 мм×0,25 мкм Elite-5MS. Программирование температуры термостата 40° (5 мин) — 5°/мин — 310° (20 мин), температура инжектора 220 °С, трансферлайна — 300 °С, источника электронов — 190 °С, энергия электронов 70 эВ.

Идентификацию веществ проводили по относительным временам удерживания и характеристическим ионам. Концентрацию компонента рассчитывали из исходной хроматограммы по внутреннему градуировочному стандарту — аценафтену-d10.

Оцененная точность определения УВ в семи образцах породы составила для диапазона концентраций 0,005...0,010 мг/кг — 33 отн. %; 0,011...0,015 мг/кг — 30 отн. %; 0,90...1,30 мг/кг — 20 отн. %. Краткая характеристика органического вещества исследованных проб кернa приведена в таблице.

Концептуальные допущения, положенные в основу исследований

В качестве индикаторов миграции приняты концентрации следующих ароматических УВ, присутствующих в нефтяном флюиде, устойчивые к выветриванию и окислению [5]:

- алкилбензолы с одним заместителем нормального строения C_8 — C_{34} ;
- биароматические соединения с нафталиновым ядром, включая нафталин, 1-, 2-метилнафталины, 10 изомеров диметилнафталинов;
- триарены с фенантеновым ядром, включая фенантрен, 9-, 2-, 3-, 1-метилфенантрены.

Выяснение объективной картины межпластового перемещения УВ состава C_8 — C_{40} от нефтяной залежи в над- и подпродуктивные отложения основано и предполагает доказательств следующих допущений.

1. Слои песчаника в рассматриваемых разрезах принимаются за транзитные или накапливающие (содержащие залежь УВ) слои.
2. Генерирующими и отдающими УВ слоями являются богатые органическим веществом аргиллиты и алевролиты. Эти же слои являются естественными барьерами миграции, под/над которыми в слоях песчаника могут накапливаться повышенные концентрации мигрирующих УВ.
3. В разрезе рассматриваемого участка нефтеобразование (генерация УВ) идет гораздо менее интенсивно, чем рассеивание веществ в окружающей среде.
4. За геологическое время состав и распределение УВ в породе стабилизировались как конечный продукт генерации, накопления и последующего рассеивания веществ в разрезе отложений.

5. Перемещение тяжелых (выше C_9) УВ происходит из слоев с большей концентрацией в слои с меньшей. Обратное возможно только при значительном перепаде давления. Но аномально высокое давление в зоне нефтепроявления на рассматриваемом участке не зафиксировано.
6. Существующий массообмен можно зафиксировать при послойном исследовании над- и продуктивных пород на содержание нефтяных УВ. С определенной достоверностью может быть оценено расстояние перемещения мигрирующих веществ.

Исследования распределения углеводородов в разрезе отложений Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений

Распределение ароматических УВ в разрезе над- и подпродуктивных отложений в двух разведочных скважинах Рогожниковская 718 и Северо-Рогожниковская 765 представлено на рис. 2, 3.

В пределах непродуктивной скважины 718 максимальные концентрации идентифицированных УВ в аргиллитах составляют 2,5 мг/кг, в песчаниках — 1,4 мг/кг (таблица). Для алкилбензолов меловых отложений (пласт ВК₁) характерны узкие молекулярно-массовые распределения с доминированием 4–5 гомологов в интервале C_{13} — C_{17} (рис. 2), образовавшихся в окислительных условиях (отношение пристана к фитану от 1,4 до 2,1). В некоторых прослоях аргиллита в составе нафталинов и фенантенов отчетливо заметна эмиграция легких гомологов C_{10} — C_{11} и накопление немигрирующего фенантена. Соседние выше и ниже лежащие песчаники, напротив, обогащены подвижными нафталинами, мигрирующими в них в результате диффузии или с пластовыми водами. В хантымансийской свите hm, играющей роль глинистой крышки викуловским коллекторам, нафталины C_{10} — C_{12} вообще не зафиксированы, что более всего напоминает результат водной промывки (рис. 2, А). Не исключено, что на данном участке в пределах меловых отложений активно циркулируют водные растворы. Это объясняет и отсутствие нефтепроявлений, и узкие гомологические ряды циркулирующих УВ, и «промытые» по составу нафталинов прослои аргиллитов.

В палеозойских образцах фоновой скважины, по отношению пристана к фитану — 0,4...0,5, фиксируется резко восстановительная обстановка, благоприятная для нефтеобразования. Ряды алкилбензолов более широкие, близкие к нефтяному молекулярно-массовому распределению, то есть нефтеобразование из рассеянного органического вещества идет (об этом свидетельствуют низкие значения показателя K_f), но из-за низких концентраций не обеспечивает образование залежей (рис. 2, Б).

Концентрация идентифицированных углеводородов в слоях аргиллитов юрского возраста **в скважине Северо-Рогожниковская 765** составляет от 35 до 261 мг/кг (в среднем 112 мг/кг), алевролитов — от 21,5 до 276 мг/кг (в среднем 140 мг/кг), в песча-

никах накапливаются менее значительные концентрации — от 3,7 до 12 мг/кг (в среднем 7,2 мг/кг). Это на 1–2 порядка выше, чем в скважине 718 (таблица).

К нефтематеринским толщам, активно реализующим свой генерационный потенциал, по содержанию и распределению углеводородов относятся нижняя часть тюменской свиты и тутлеймские аргиллиты.

Исследованный из низов тюменских отложений алевролит характеризуется широким (нефтяным) распределением *n*-алкилбензолов C_9 – C_{34-36} , максимумом, приходящимся на C_{13-29} , и пониженным содержанием легких гомологов C_{9-12} . В соседних с ним вышележащих образцах песчаника и алевролита фиксируются легкие гомологи C_{9-21} . Эти легкие мигрирующие углеводороды можно проследить вверх по юрскому разрезу на расстояние 100 м до абалакских глин, которые, очевидно, являются для них серьезным барьером (рис. 3, Б, В).

Выше абалакского флюидоупора в верхнеюрской зоне нефтепроявления начинает доминировать органическое вещество тутлеймской (аналог баженовской) свиты. Для *n*-алкилбензолов тутлеймских аргиллитов характерно типично нефтяное, широкое унимодальное распределение C_9 – C_{34-36} с размытым максимумом на C_{13} – C_{23} . Все нижележащие слои на расстояние до 20...25 м, включая верхи абалакской свиты, пропитаны мигрирующими легкими гомологами *n*-алкилбензолов C_{11} – C_{21} , а компоненты тяжелее C_{24} задержаны фильтрацией или в результате недостаточной летучести (рис. 3, Б, В).

В нижней части юры, до абалакских глин, характерно однотипное распределение циркулирующих по пластам изомеров и гомологов нафталинов и фенантронов с повышенным содержанием 2-метил- и 1,6-диметилнафталинов (рис. 3, В). А в абалакских, тутлеймских глинах и в низах викуловской свиты отмечается другое по составу ОВ, источником которого может выступать тутлеймская пачка аргиллитов — стратиграфический аналог баженовской свиты; фиксируется существенное повышение концентрации нафталинов, а в их составе — рост содержания 1-метил- и 1,3-диметилнафталинов (рис. 3, А, Б).

Основной формой миграции, обеспечивающей такое распределение веществ, может быть перемещение в свободной газопаровой фазе или всплывание из зон генерации. Причем циркулируют по пластам в основном легкие алкилбензолы состава C_{11-21} , летучие C_{10-12} нафталины и, возможно, фенантрен. Именно эти вещества достаточно равномерно распределяются в нижней и верхней частях юрской зоны нефтепроявления.

Ниже — в палеозойские (рис. 3, Г), и выше — в меловые (рис. 3, А) отложения углеводороды также проникают. Из нижнеюрских алевролитов в палеозойские слои нисходяще мигрируют легкие алканы и алкилбензолы состава C_{11} – C_{22} , насыщая не только песчаники, но и плотные слои аргилли-

та. Перемещение прослеживается на расстояние до 250...270 м от тюменских отложений (рис. 3, Г и 4, Б). В меловые отложения из тутлеймской свиты восходящей миграцией переходит узкий ряд легких алканов и алкилбензолов состава C_{9-20} . Их поток можно проследить до образцов хантымансийской свиты, включительно (рис. 3, А).

Нафталины и фенантроны меловых пород имеют распределение, близкое к верхнеюрским.

Расстояние вертикального межпластового перемещения нефтяных УВ из юрской зоны нефтепроявления в меловые отложения можно оценить по тенденции к убыванию их концентраций: для алкилбензолов — почти 1000 м, для нафталинов — 800...900 м, до верхов викуловской свиты (рис. 4, А). Для фенантронов закономерного изменения концентраций не выявлено, что говорит о слабой миграционной способности этого класса УВ.

Наиболее вероятная форма нисходящего перемещения веществ в палеозойские отложения — диффузия в виде свободной парагазовой фазы с опережающим перемещением легких УВ C_{9-22} на расстояние до 250...270 м. Ряд тяжелых УВ также перемещается вниз, но отслеживается на расстояние до 150 м.

Вероятной формой восходящей межпластовой миграции из юрских в меловые и дальше по разрезу отложения может быть свободная парагазовая фаза. Всплывание маловероятно по причине отсутствия перераспределения фенантронов по меловым пластам.

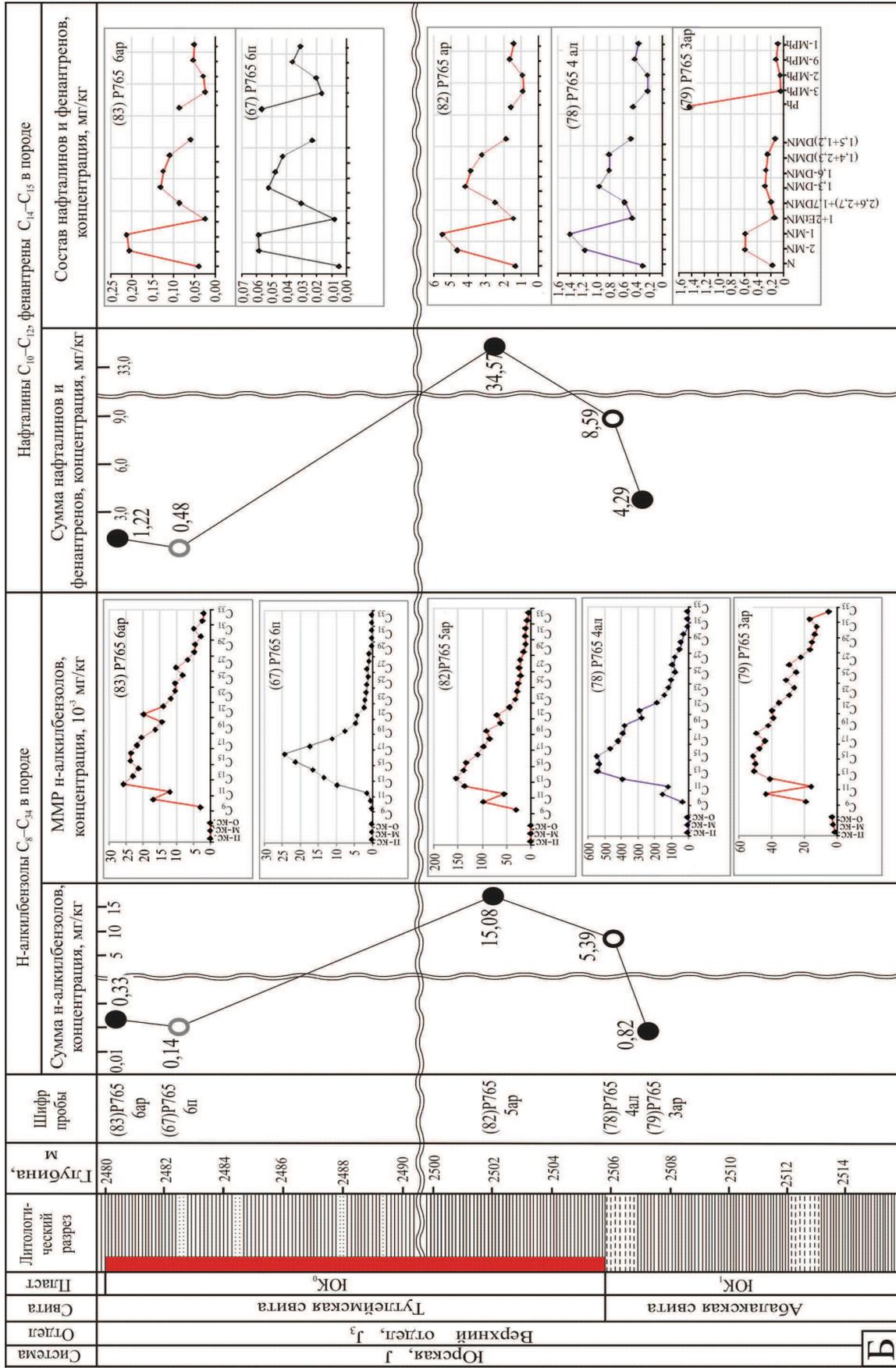
Геохимическая модель вертикальной миграции углеводородов

Результатом исследования послойного распределения нефтяных углеводородов в разрезе меловых, юрских и палеозойских отложений Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений явилось составление схематичной геохимической модели меж- и внутрипластовой вертикальной миграции (рис. 4, А, Б).

В разрезе отложений исследуемых месторождений можно отметить особенности модели:

1. Обширная зона юрского нефтепроявления сформирована в результате активных межпластовых перетоков из низов среднеюрского отдела (низ тюменской свиты) и из верхних отделов тутлеймской свиты. Миграция из низов тюменской свиты происходит как в нижележащие палеозойские отложения, насыщая песчаники и прослои аргиллита, так и в вышележащие пласты, заполняя углеводородами юрский комплекс до абалакской свиты. Мигрирующие УВ богаты легкими гомологами C_9 – C_{21} алкилбензолов, нафталинами C_{10} – C_{12} . Расстояние нисходящей миграции нефти составляет 250...270 м в палеозойские слои (далее фиксируется сингенетичный битумоид). Расстояние проходное восходящими потоками до абалакской свиты составляет около 100 м. Выше абалакского флюидоупора в юрской зоне нефте-

Система	Отдел	Свита	Пласт	Литологический разрез	Глубина, м	Н-алкилбензолы C_8-C_{14} в породе		Нафталины $C_{10}-C_{12}$, фенантроны $C_{14}-C_{15}$ в породе		
						Сумма н-алкилбензолов, концентрация, мг/кг	ММВ н-алкилбензолов, концентрация, 10^{-3} мг/кг	Сумма нафталинов и фенантронов, концентрация, мг/кг	Состав нафталинов и фенантронов, концентрация, 10^{-3} мг/кг	
А	Меловая, К	Нижний отдел, К ₁	ВК ₁	Хантыгмансийская свита	1524-1556	1524	0,0	(76)P765 10ал	3,0	(76) P765 10ал
						1526	0,05	(80)P765 9ар	0,24	(80) P765 9ар
						1528	0,04		0,17	
						1530				
						1532				
						1534				
						1536				
						1538				
						1540				
						1542				
						1544				
						1546	0,11	(73)P765 8п	0,50	(73) P765 8п
						1548				
						1550	0,14	(84)P765 7ар	0,59	(84) P765 7ар
						1552				
1554	0,60	(66)P765 7п	0,75	(66) P765 7п						
1556										



Система		Отдел	Свита	Плост	Литолигический разрез	Глубина, м	Шифр пробы	Н-алкилбензолы C_8-C_{14} в породе		Нафталины $C_{10}-C_{12}$, фенантроны $C_{14}-C_{15}$ в породе				
								Сумма н-алкилбензолов, концентрация, мг/кг	ММР н-алкилбензолов, концентрация, 10^{-3} мг/кг	Сумма нафталинов и фенантронов, концентрация, мг/кг	Состав нафталинов и фенантронов, концентрация, мг/кг			
Юрская, J Средний отдел, J ₂ Люменская свита		Юр ₄			Юр ₂₋₃	2556	(74)P765 2ал+п	0,21	13,0	3,45	(74)P765 2ал+п			
						2560								
						2564								
						2568								
						2572								
						2576								
						2580								
						2584								
						2588								
						2592								
						2596								
						2600								
2604														
2608														
2612														
2616														
2618														

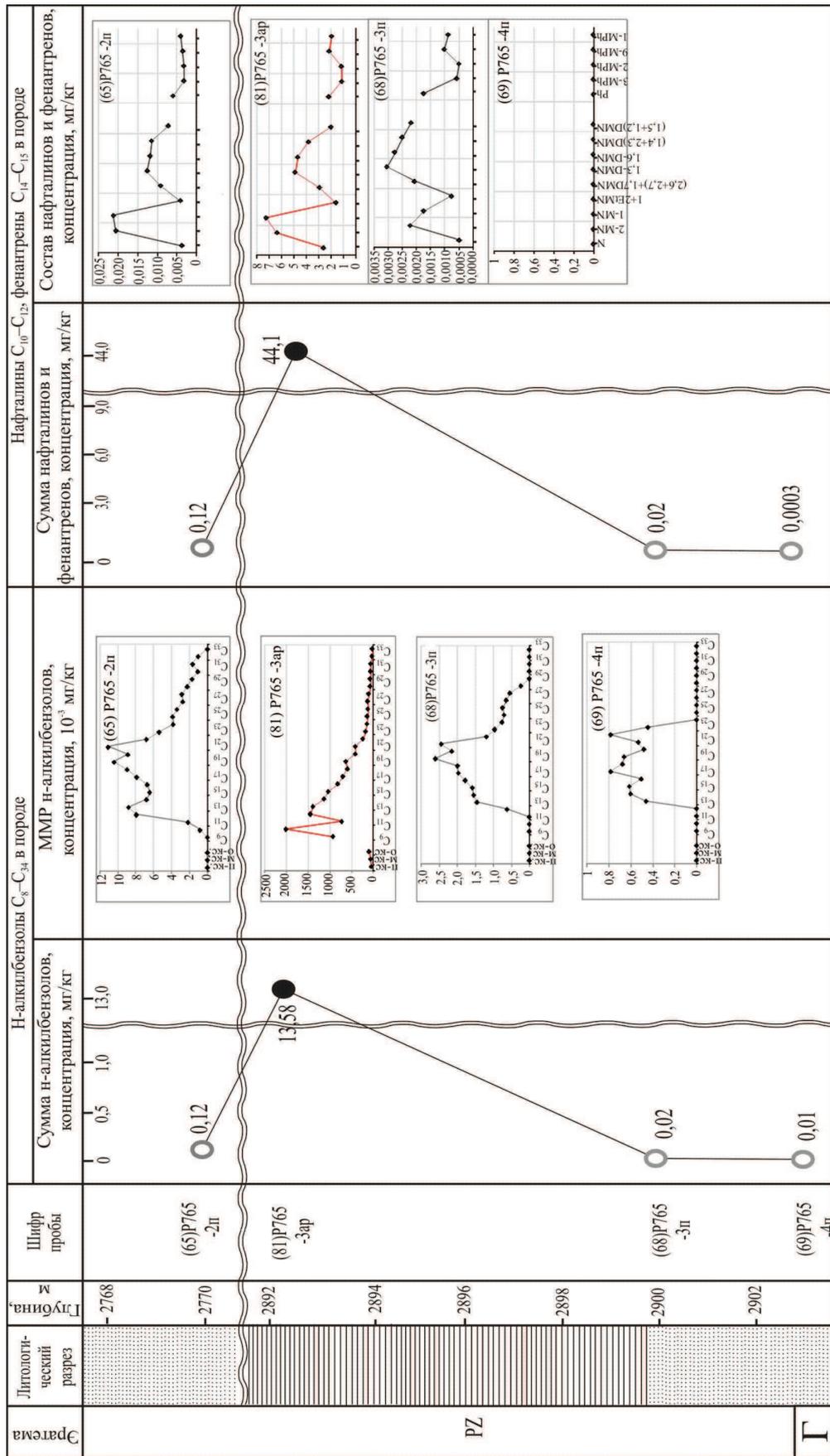


Рис. 3. Распределение ароматических углеводородов в разрезе нижнемеловых (А), верхнеюрских (Б), среднеюрских (В) и палеозойских (Г) отложений скважины Северо-Рогожниковская 765 (условные обозначения те же, что и для рис. 2)

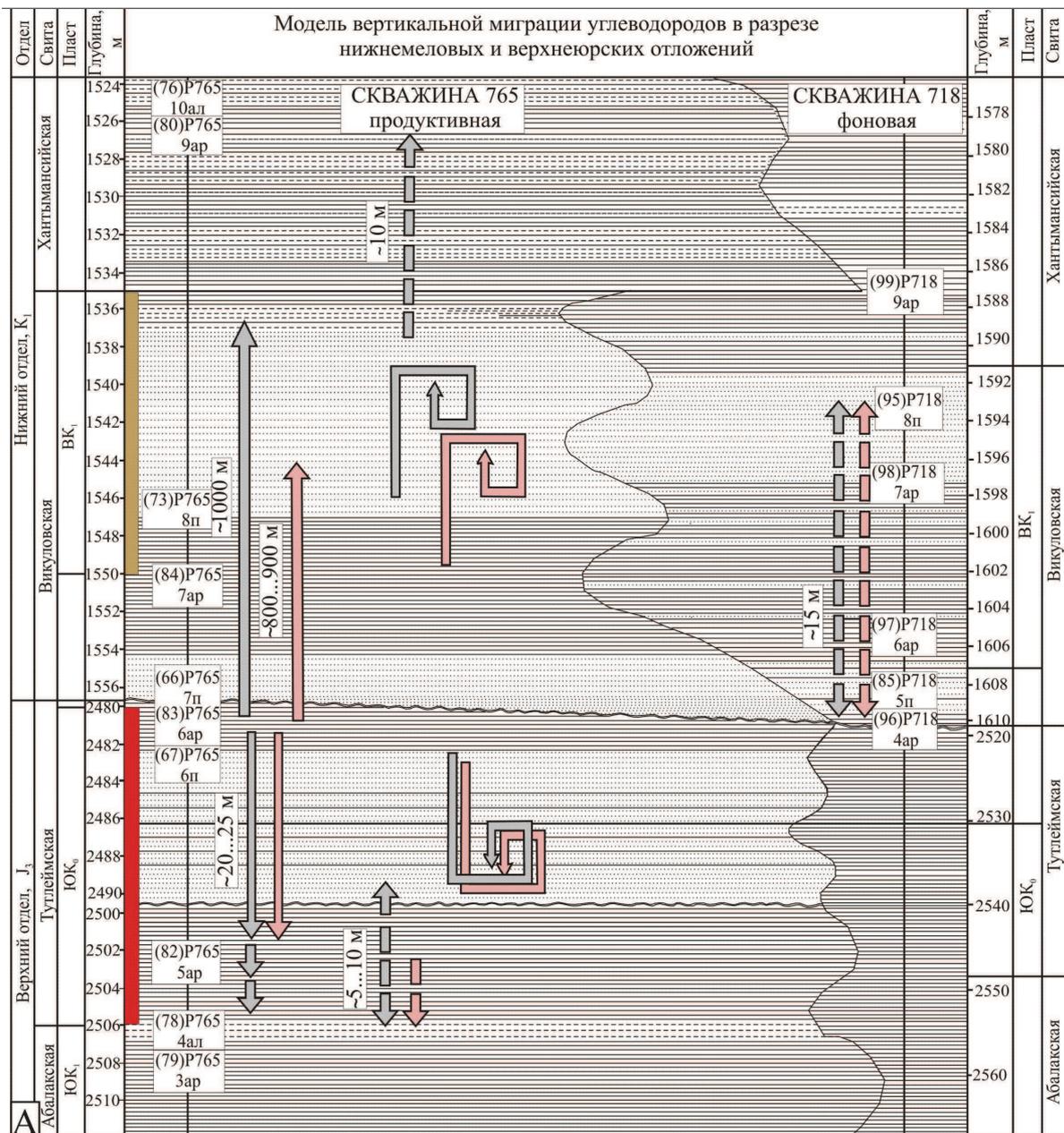
проявления начинает доминировать органика тутлеймской свиты. Слой ниже тутлеймских аргиллитов, на расстояние до 20...25 м, включая верхи абалакской свиты, пропитаны мигрирующими легкими гомологами C_{11-21} , а компоненты тяжелее C_{24} задержаны фильтрацией или недостаточной летучестью.

- В меловые отложения УВ переходят из юрской зоны нефтепроявлений. Мигрирующий поток легких алкилбензолов состава C_{9-20} можно проследить до образцов хантымансийской свиты, включительно. Нафталины и фенантрены меловых пород также имеют распределение близкое верхнеюрским. Расстояние вертикального межпластового перемещения нефтяных углево-

дородов из юрской зоны нефтепроявлений в меловые отложения можно оценить по тенденции убывания их концентраций: для алкилбензолов – почти 1000 м, для нафталинов – 800...900 м (до верхов викуловской свиты).

Для фенантренов закономерного изменения концентраций не выявлено, что говорит о слабой миграционной способности этого класса УВ.

- Основной предполагаемой формой нисходящей меж- и внутрислоевой миграции в пределах Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений может быть перемещение в свободной газопаровой фазе или в водном растворе из зоны генерации. Предполагаемый ме-



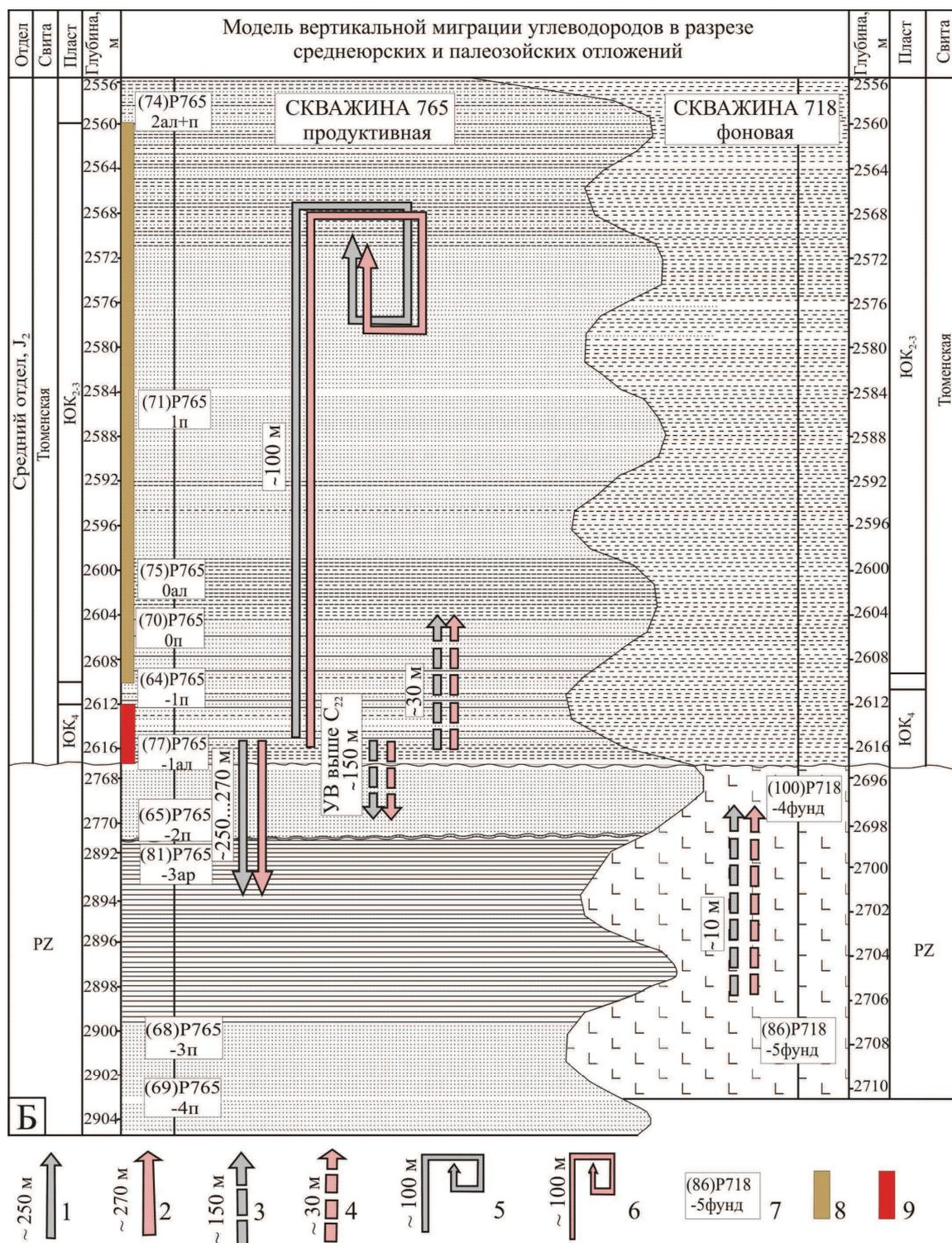


Рис. 4. Геохимическая модель вертикальной миграции углеводородов в разрезе нижнемеловых и верхнеюрских (А), среднеюрских и палеозойских (Б) отложений Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений: 1) межпластовая фильтрация насыщенных УВ; 2) межпластовая миграция ароматических УВ; 3) межпластовая диффузия насыщенных УВ; 4) межпластовая диффузия ароматических УВ; 5) внутрипластовая миграция насыщенных УВ; 6) внутрипластовая миграция ароматических УВ; 7) шифр образца; 8) продуктивный пласт; 9) материнские отложения

ханизм перемещения – поровая фильтрация и диффузия паровой фазы, не исключено перемещение с отжимаемыми водными растворами. Такой механизм обеспечит циркуляцию по пластам в основном легких алкилбензолов состава C_{11-21} , летучих C_{10-12} нафталинов и фенантрена. Вероятной формой восходящей межпластовой миграции из юрских в меловые и дальше по разрезу отложения может быть свободная парогазовая фаза. Всплывание маловероятно по причине отсутствия перераспределения фенантронов по меловым пластам.

Выводы

1. Экспериментально установлено межпластовое перемещение тяжелых нефтяных ароматических углеводородов состава C_9-C_{36} в разрезе Рогожниковского и Северо-Рогожниковского месторождений Ханты-Мансийского автономно-го округа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по геохимии нефти и газа / под ред. С.Г. Неручева. – СПб.: Недра, 1998. – 576 с.
2. Коржов Ю.В., Исаев В.И., Жильцова А.А. Проблемы нефтепоисковой геохимии и обобщающая схема миграции углеводородных флюидов // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 1. – С. 116–122.
3. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа» // под ред. Э.А. Ахпателова, В.А. Волкова, В.Н. Гончаровой и др. – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2004. – 148 с.
4. Иванова Л.И., Исаев В.И., Коржов Ю.В. Методика лабораторных исследований тяжелых углеводородов при нефтепоисковой геохимии // Изменяющаяся геологическая среда: про-

2. Построена геохимическая модель миграции углеводородов, в которой определен набор соединений, обладающих повышенной способностью к межпластовой миграции ($C_{11}-C_{21}$ алкилбензолы, $C_{10}-C_{12}$ нафталины) на расстояния до 1000 м.
3. При высокой концентрации (не менее 5...10 мг/кг) миграция углеводородов происходит в свободной газопаровой фазе или в результате всплывания в водонасыщенных пластах, при низкой (фоновой) концентрации (до 5...10 мг/кг) – в форме диффузии с перераспределением состава по размерам молекул.
4. Дальность перемещения миграционноспособных углеводородов $C_{10}-C_{21}$ (как вверх, так и вниз по разрезу) имеет прямую зависимость от их концентрации в зоне нефтепроявления: при высоких концентрациях – активное перемещение до 1000 м, при фоновых концентрациях – на расстоянии первых десятков метров (10...20 м).

странственно-временные взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов: Матер. Междунар. конф. – Казань, 12–16 ноября 2007 г. – Казань: Изд-во «Фэн», 2007. – С. 356–360.

5. Исаев В.И., Коржов Ю.В., Романова Т.И., Бочкарева Н.М. Оценка продуктивности локальных ловушек по составу тяжелых углеводородов в приповерхностных отложениях центральной части Западно-Сибирской плиты // Геофизический журнал. – 2006. – Т. 28. – № 6. – С. 58–74.
6. Гончаров И.В. Геохимия нефтей Западной Сибири. – М.: Недра, 1987. – 179 с.

Поступила 02.03.2012 г.