

Рис. Палеогеоморфологическая карта на момент формирования пласта ЮС₂

Распределение улучшенных коллекторов пласта ЮС₂ по площади исследования подчинялось в свою очередь морфологическим особенностям палеорельефа – промышленное значение имеют зоны террасового типа с отметками изоповерхности от 80 до 60 м и менее (зоны 1, 2 и 3). Промышленную перспективность имеют зоны террасового типа с пологими периклинальными частями, в плане имеющие вид бухт, заливов, кос, пляжных пустошей, располагающиеся повсеместно и имеющие отметки изоповерхности от 90 до 50 м. Зоны вероятной перспективности (2) также приурочены к плоским поднятиям, но имеют приличную удаленность от промышленной зоны и слабое вскрытие скважинами. Зоны эти выделялись по следующим принципам:

1. В период осадконакопления этим зонам соответствовали низкоамплитудные поднятия, хорошо выраженные по площади. Таким образом они были перекрыты мелководным морем с накоплением терригенного материала песчано-алевритовой фракции

2. Под влиянием колебательных движений моря этот материал сортировался и более мелкий (как более легкий) материал быстрее уносился приливно-отливными движениями моря на большие глубины.

3. Из-за небольших углов наклона крыльев структур песчаный материал, как более тяжелый, быстрее аккумуляровался и перекрывался глинистыми пачками при трансгрессивных движениях. Тем самым создавались благоприятные условия для формирования залежей нефти.

УДК 665.61:550.84

НОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕФТЕМАТЕРИНСКИХ ТОЛЩ

Е.А. БЕЛИЦКАЯ, А.В. ШИКАЛИН, О.В. СЕРЕБРЕННИКОВА, Ю.П. ТУРОВ, М.Г. ШИКАЛИНА, М.А. ГЛАДКИХ

На юго-востоке Западной Сибири залежи нефти сосредоточены, в основном, в отложениях юры и неокома. Эти нефти могли быть продуцированы как разновозрастными толщами, так и другими присутствующими в разрезе потенциально нефтематеринскими отложениями. Анализ распределения в рассеянном органическом веществе пород от триаса до неокома металлопорфиринов, полициклических ароматических и насыщенных углеводородов показал, что совокупность параметров их состава достаточно специфична для отдельных толщ. Использование этих параметров для корреляции рассеянного органического вещества – нефти на Межовской площади продемонстрировало генетическое единство нефти из неокома рассеянному органическому веществу разновозрастных отложений куломзинской свиты, а на Первомайской площади – показало, что источником нефти пласта Ю₁ являются как перекрывающие породы баженовской свиты, так и подстилающие отложения васюганской.

Залежи нефти на юго-востоке Западной Сибири сосредоточены, в основном, в отложениях юры и неокома. Эти нефти могли быть продуцированы как разновозрастными толщами, так и другими присутствующими в разрезе потенциально нефтематеринскими отложениями. Вопрос идентификации нефтематеринских толщ, путей формирования нефтяных скоплений имеет существенное значение при оценке нефтегазоносности отдельных структур.

В нефтях неокома и верхних горизонтов юры часто фиксируется наличие периленов – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), содержащих пять конденсированных ароматических колец. Эти соединения присутствуют в нефтях Каймысовского, Нижневартковского и Демьянского сводов [1, 2] и свидетельствуют о мелководности бассейна седиментации исходного нефтематеринского вещества [3]. Наряду с периленами в нефтях содержатся и другие ПАУ (рис. 1). Набор и относительное содержание в нефти отдельных ПАУ зависит от многочисленных факторов, воздействующих на органическое вещество (ОВ) в процессе его отложения и созревания [4]. Во многих нефтях присутствуют никелевые (Ni-Ph) и/или ванадиловые (VO-Ph) комплексы порфиринов [5], также являющихся маркерами обстановок седиментации и условий последующей трансформации ОВ. Следовательно, специфика набора отдельных нефтяных компонентов определяется составом рассеянного ОВ продуцировавших нефти отложений.

В настоящей работе нами проведено исследование распределения ПАУ, алканов и металлопорфиринов в нефтях и рассеянном ОВ разреза мезозойских отложений юго-востока Западной Сибири с целью выявления возможных нефтематеринских толщ, генерировавших нефти на рассматриваемой территории.

В вулканогенно-осадочной толще нижнего триаса юга Западной Сибири, где содержание общего органического углерода (Сорг) составляет 0,5–0,8 %, наблюдается повышенное содержание ПАУ с четырьмя и более конденсированными ароматическими ядрами. Металлопорфирины в осадках отсутствуют. В верхней части среднего триаса (Сорг 1,4–1,8 %) появляются Ni-Ph и VO-Ph, а в составе аренов преобладают би- и трициклические структуры (рис. 2).

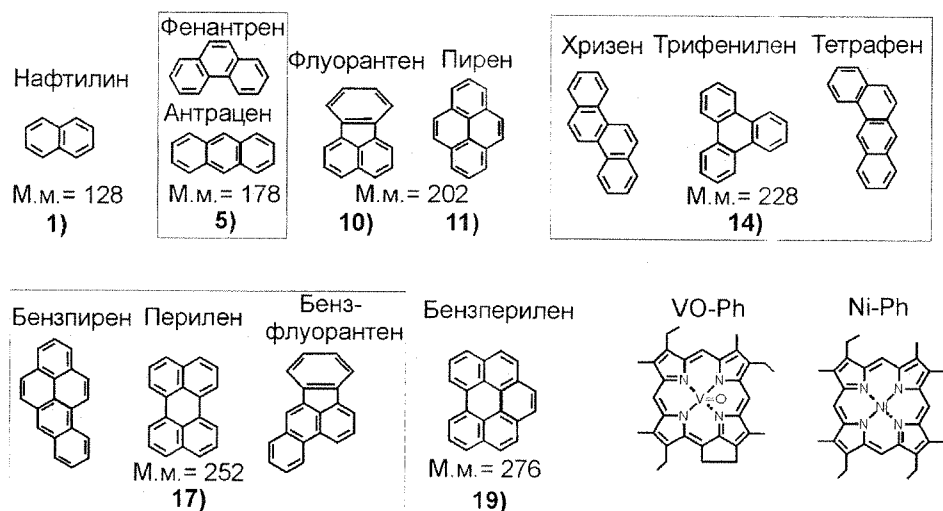


Рис. 1. Структура основных представителей ПАУ и металлопорфиринов

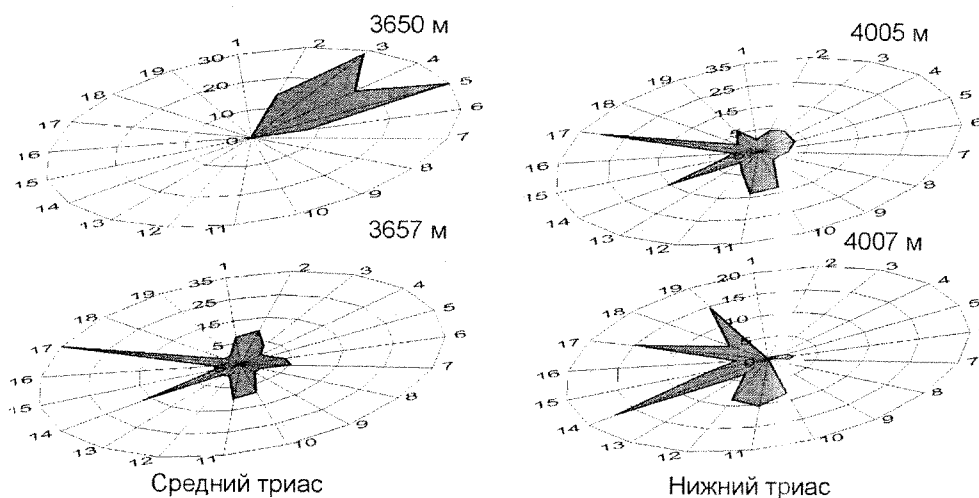


Рис. 2. Относительное содержание отдельных ПАУ в рассеянном ОВ триаса скв. 1 Никольской пл.:

1, 5, 10, 11, 14, 17, 19 - структуры, приведенные на рис. 1; 2, 6, 12, 15, 18 - их C_1 , 3, 7, 13, 16 - C_2 , 4, 8, - C_3 , 9 - C_4 замещенные гомологи

Исследование распределения ПАУ и металлопорфиринов в разрезе средней юры (1360 – 1450 м) юга Западной Сибири проведено на примере аргиллитов скв. 2 Татьяновской площади.

В интервале 1368–1375 м вскрыты пески и светло-серые алевролиты с прослойками углей, в интервале 1382–1389 м – аргиллиты и светло-серые алевролиты с прослоями аргиллитов. Ниже, в интервалах 1400–1404 м и 1404–1411 м, аргиллиты переслаиваются с алевролитами, содержащими тонкослоистые разности аргиллитов в том числе углестых. Последующие 7 м (интервал 1411–1418 м), наряду с вышеописанными, содержат незначительные включения углей. Интервал 1443–1450 м представлен в разной степени глинистыми алевролитами с пропластками сапропелитового материала (рис. 1).

Содержание общего органического углерода в разрезе меняется от 0,6 до 24 %, содержание битуминозных компонентов – от 0,13 до 0,85 %. Величина отношения пристана к фитану (Pr/Ph) варьирует от 1,2 до 3,7. На отдельных участках разреза в ОВ присутствуют ванадиловые и/или никелевые комплексы порфиринов. Во всех исследованных образцах в составе аренов преобладают би- и трициклические структуры, содержание нафталина по сравнению с его алкилзамещенными гомологами понижено. В смеси фенантеновых и антраценовых, изомеров хризена и пентациклических углеводородов, наоборот, в большинстве преобладают голаядерные структуры. По всему разрезу отмечено наличие периленов. Существенно различаются отдельные участки по соотношению пирена и его метилзамещенных гомологов (рис. 3).

В верхней части разреза в ОВ песчаников среди аренов преобладают бициклические углеводороды (66 % от суммы ПАУ), содержание трициклических составляет 19 %, суммарное содержание тетра- и пента- ароматических углеводородов – 15 %. Пирен и его метилзамещенные гомологи присутствуют в сопоставимых концентрациях (5 % и 3 %).

Ниже по разрезу в аргиллитах интервала 1369–1406 м появляются VO–Ph, среди аренов начинают преобладать трициклические структуры. Содержание пирена повышается до 13 % а доля его алкилированных гомологов остается неизменной.

В аргиллитах интервалов 1400–1404 м и 1404–1411 м наряду с VO–Ph присутствуют Ni–Ph, картина распределения полиаренов меняется. На фоне повышенной концентрации триаренов, резко возрастает содержание метилзамещенных пиренов, увеличивающееся в нижнем интервале параллельно возрастанию в смеси металлопорфиринов доли Ni–Ph и высокомолекулярных n-алканов (рис. 3).

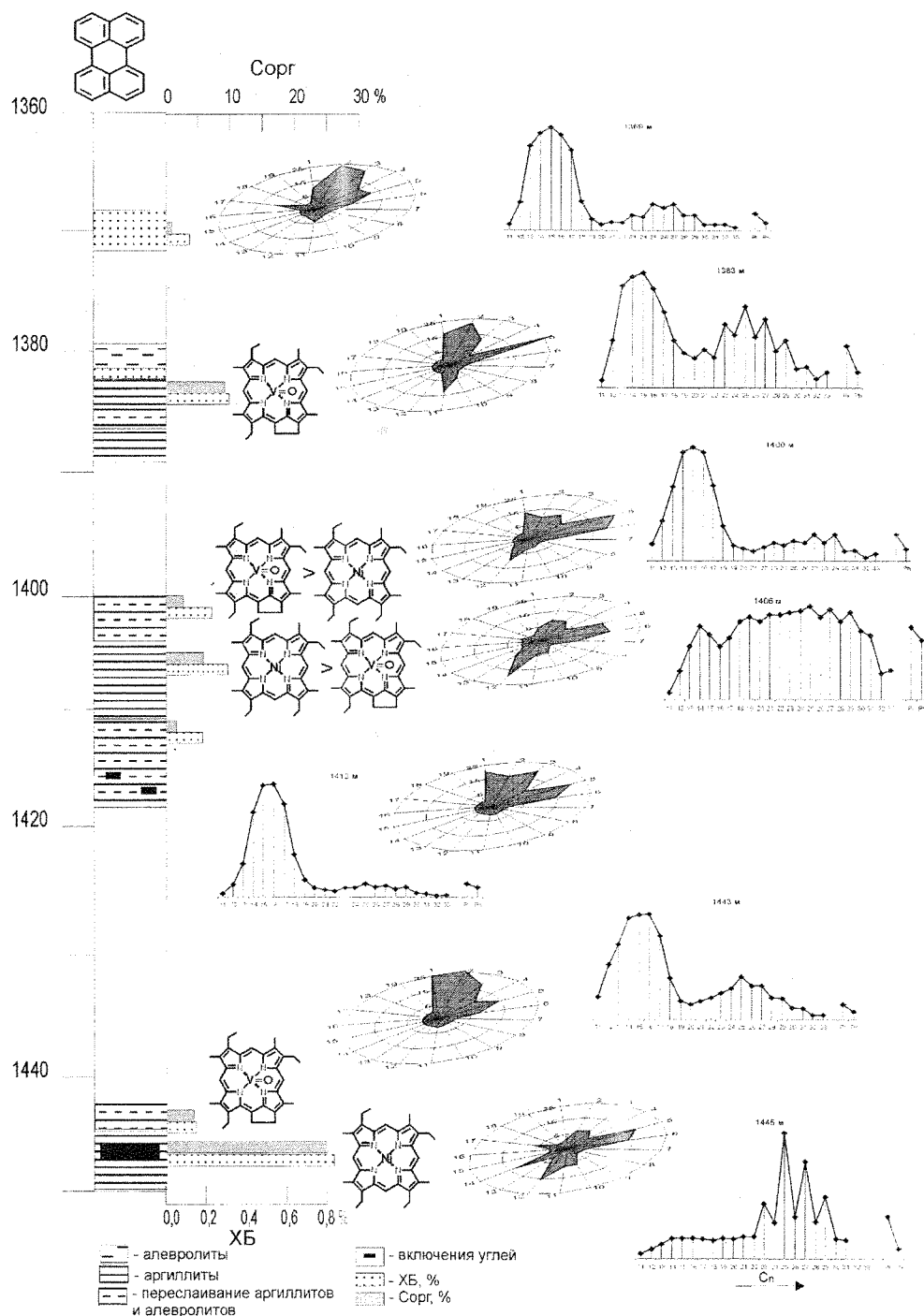


Рис. 3. Состав ОВ разреза средней юры Татъяновской площади

В алевролитах интервала 1411–1418 м исчезают металлопорфирины, снижается относительное содержание высокомолекулярных *n*-алканов и ПАУ, возрастает содержание нафталина и его алкилзамещенных гомологов. Близкий состав ПАУ с некоторым увеличением доли нафталина и метилнафталинов отмечен в аргиллитах интервала 1443–1450 м на глубине 1443 м, где в ОВ зафиксированы VO–Ph.

В сапропелите с глубины 1445 м порфирины представлены преимущественно Ni–Ph, среди *n*-алканов доминируют высокомолекулярные. Состав ПАУ близок отмеченному в интервале 1404–1411 м, но с заметным возрастанием концентрации изомеров хризена и пентациклических структур (20 %).

Сравнительный анализ состава нафталинов и *n*-алканов показывает однонаправленность в его изменении. Образцы, характеризующиеся низким относительным содержанием нафталина и повышенным – его алкилзамещенных гомологов, отличаются низкой долей в смеси *n*-алканов низкомолекулярных гомологов и преобладанием длинноцепочечных. Близкая картина наблюдается и для распределения по разрезу фенантронов и антраценов. Распределение флуорантонов и пиренов не связано с составом алканов, но отличительной особенностью ОВ, где зафиксированы повышенные концентрации их алкилзамещенных гомологов, является наличие в нем никелевых комплексов порфиринов. Отсутствует связь состава алканов и металлопорфиринов с величиной отношения Pr/Ph.

Распределение ПАУ и металлопорфиринов в рассеянном ОВ верхней юры и нижнего мела на юге Западной Сибири изучено на примере скв. 7 Межовской площади в интервале 2225–2235 м (рис. 4).

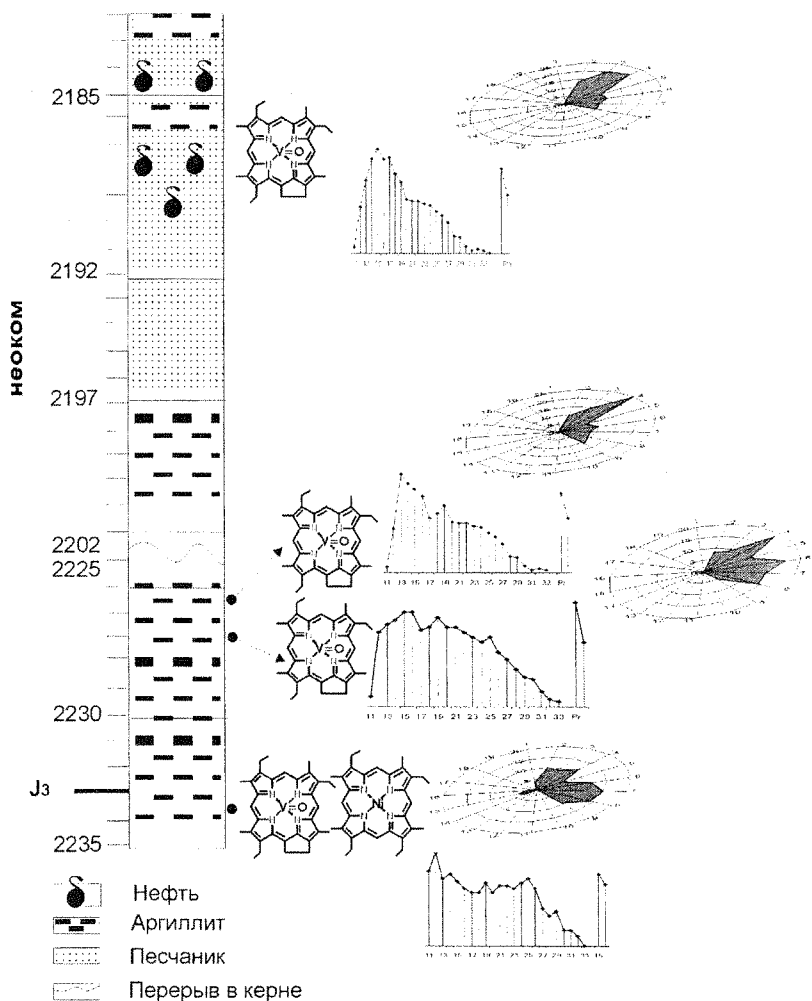


Рис. 4. Состав рассеянного ОВ верхней юры и неокома и нефти Межовской площади

Отложения верхней юры (баженовская свита) существенно отличаются от среднеюрских отсутствием пиреновых и флуорантоновых структур. В составе аренов преобладают трициклические, несколько ниже содержание биаренов. Их алкилированные гомологи преобладают над незамещенными структурами и составляют 50 % и 31 % от суммы ПАУ, соответственно. Среди незамещенных аренов в максимальной концентрации присутствует фенантрен (6 %), а многоядерные структуры представлены изомерами хризена (3 %) и их алкилзамещенными гомологами (6 %). В ОВ присутствуют Ni–Ph и VO–Ph, отношение Pr/Ph составляет 1,2, пирены не обнаружены.

В неокоме также отсутствуют перилены, сохраняется преобладание алкилзамещенных ПАУ над голоядерными структурами, но доля суммы нафталинов в смеси аренов и содержание их алкилированных гомологов постепенно возрастают до 51 % и 49 %, соответственно. Содержание фенантронов снижается, хотя незамещенный фенатрен остается основным соединением среди голоядерных структур, появляется незначительное количество флуорантонов и пиренов (2 %). В ОВ исчезают Ni-Ph, увеличивается значение Pr/Ph (1,5).

Выше по разрезу в песчаниках неокома присутствует залежь нефти. В составе аренов нефти, аналогично ОВ нижележащих аргиллитов куломзинской свиты, преобладают биарены (суммарная концентрация 57 %) с повышенным содержанием в смеси алкилированных соединений (55 %). Концентрация фенантронов ниже. Среди голоядерных аренов доминирует фенатрен (10 %), содержание флуорантена и пирена составляет около 1 %. В нефти присутствуют VO-Ph, отношение Pr/Ph составляет 1,4.

Полученные данные демонстрируют сходство состава аренов и металлопорфиринов нефти и рассеянного ОВ неокома и свидетельствуют о том, что нефть в ловушку Межовской площади поступила из подстилающих одновозрастных отложений куломзинской свиты.

На протяжении многих лет в качестве единственного источника нефти в пластах группы Ю₁ васюганской свиты Западной Сибири рассматривалась баженовская свита. Проведенное нами сопоставление характера распределения металлопорфиринов, периленов и алканов в нефтях и РОВ пород этой свиты в ряде случаев опровергает устоявшееся мнение. Так, на юге Нюрольской впадины в РОВ баженовской свиты Болтной площади концентрация VO-Ph и Ni-Ph достигает 2662 и 3119 нмоль/г соответственно, в нефтях этого района - металлопорфирины отсутствуют. В РОВ баженовской свиты на севере Каймысовского свода (Первомайская и Коимлыхская площади) VO-Ph существенно преобладают над Ni-Ph. В нефтях Первомайского, Ларломкинского месторождений и в большей части нефтей Оленьего наблюдается обратная картина. В то же время, проведенный анализ распределения металлопорфиринов между "выпотах" битума и остаточным РОВ пород баженовской свиты на Коимлыхской площади показал, что при общем снижении содержания металлокомплексов в эмигрировавшем битуме относительная доля VO-Ph возрастает (рис. 5).

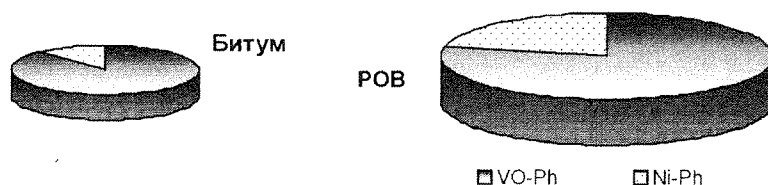


Рис. 5. Состав металлопорфиринов в РОВ баженовской свиты и "выпотах" битума

Для определения источника нефтей пласта Ю₁ на севере Каймысовского свода нами изучены: состав РОВ подстилающих пород васюганской свиты и перекрывающих – баженовской, состав экстрактов из нефтенасыщенного песчаника и нефти Первомайской площади, характеризующейся наличием периленов, VO-Ph и Ni-Ph.

Анализ разреза верхнеюрских отложений на Первомайской площади (рис. 6) показал однонаправленное изменение содержания битумоида при переходе от аргиллитов подстилающих и перекрывающих отложений к песчаному пласту – его резкое увеличение на границе глинистая порода – коллектор и некоторое снижение в центральной части песчаного пласта. Изменение содержания VO-Ph имеет несколько другой характер – снижение от глинистых пород к песчанику и дальнейшее снижение к центру. Содержание Ni-Ph сначала резко снижается, затем в центральной зоне коллектора возрастает. В РОВ баженовской свиты отсутствуют периленовые углеводороды, в подстилающих отложениях васюганской их содержание весьма значительно.

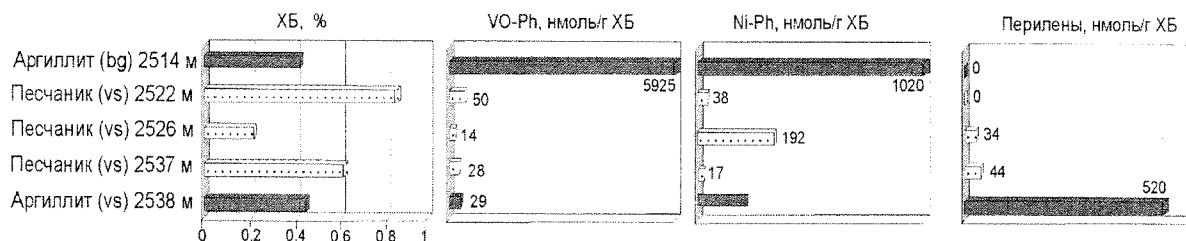


Рис. 6. Изменение содержания битумоида и металлопорфиринов по разрезу скв. 2281 Первомайской площади

На рис. 5 видно, что перилены проникают в коллектор из подстилающих отложений на расстоянии 12 м, остальной участок пласта заполнен нефтью, генерированной перекрывающими породами баженовской свиты. Величина отношения пристана к фитану в аргиллитах баженовской свиты – 1,0, васюганской – 2,1, в нефти – 1,3. Расчет значения отношения пристана к фитану с учетом количества битумоида на отдельных участках коллектора дает близкое к отмеченному для нефти значение – 1,4. Полученные данные показывают, что поступление нефти в пределы пласта Ю₁ на Первомайской площади происходило как из баженовской, так и васюганской свит. Аналогичный характер запол-

нения ловушек может объяснить различие в составе нефтей пласта Ю₁ Крапивинского месторождения, где на отдельных участках залегают нефти, содержащие периленовые углеводороды и существенно более низкие по сравнению с остальными концентрации металлопорфиринов.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о целесообразности и эффективности использования комплекса параметров состава алканов, металлопорфиринов и ПАУ для корреляции рассеянное ОВ – нефть и идентификации нефтематеринских толщ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаева Т.Л., Гулая Е.В., Серебrennikova O.B., Томсон Г.А. // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. К созданию общей теории нефтегазоносности недр. Москва: Изд-во МГУ. 2002. Т. 2. С. 52–55.
2. Golovko A.K., Mozzhelina T.K., Serebrennikova O.V. // Polycyclic Aromatic Compounds. V. 14–15. P. 209–220.
3. Гулая Е.В., Серебrennikova O.B. // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. К созданию общей теории нефтегазоносности недр. Москва: Изд-во МГУ. 2002. Т. 1. С. 143–147.
4. Jiang C., Alexander R., Kagi R.I., Murray A.P. // Org. Geochem. 1998. V. 29. P. 1721–1735.
5. Серебrennikova O. B. Эволюция тетрапиррольных пигментов в осадочных отложениях. Новосибирск: "Наука". 1988. 139 с.

УДК 550.242.122.551.762 (571)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСОЙ СЛОИСТОСТИ ТЕРРИГЕННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПРОЦЕССАХ РАЗРАБОТКИ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ И ГАЗА (ЦППС НД ТПУ)

В.Б. БЕЛОЗЁРОВ

В статье рассматривается строение терригенных резервуаров с позиции их фациальной неоднородности, что обуславливает различия текстурных особенностей коллектора и широкое проявление косой слоистости. В зависимости от фациальной принадлежности терригенных резервуаров и типа проявления внутрипластовой косой слоистости, все они разделены на два типа (класса) упорядоченно-слоистые и хаотично-слоистые. В упорядоченно-слоистом типе, значительная выдержанность слоистости в одном направлении сочетается с частым её чередованием в перпендикулярном. В хаотично-слоистом коллекторе приоритетные направления выдержанной слоистости отсутствуют. Первый, упорядоченно-слоистый тип, характерен отложениям морской группы фаций, а хаотично-слоистый свойственен переходной и континентальной группам. Учитывая, что чередующиеся прослои являются микробарьерами при продвижении нефти и газа в пласте при эксплуатации залежей углеводородов, возможно использование слоистой текстуры резервуара для повышения эффективности их разработки. В зависимости от типа косой слоистости резервуара (хаотично-слоистая, упорядоченно-слоистая), для конкретных фациальных обстановок могут быть применены наиболее рациональные схемы разработки залежей, учитывающие целенаправленное бурение горизонтальных скважин, применение гидроразрывов и МУН.

Разработка залежей нефти с учётом фациальной неоднородности песчаников и особенностей их слоистой структуры является в настоящее время одним из наиболее перспективных направлений.

Фация, характеризуя определённые гидродинамические условия формирования осадка, предопределяет как величину фильтрационно-емкостных характеристик коллектора (ФЕС), так и пространственную неоднородность этих параметров, обусловленную литологической и гранулометрической слоистостью отложений.

Геологическая практика предшествующего периода исследований, опираясь на работы по седиментологии, литологии, палеогеографии, палеогеоморфологии и других дисциплин, изучающих породные слои в разрезе и по керновому материалу, свидетельствует, что практически все терригенные песчаные тела являют собой косослоистые осадочные конструкции. Слоистость многообразна как по составу, так и формам пространственного проявления. По составу она может быть связана с включением в песчаный материал прослоев иного литологического состава (глин, углестого детрита, слюды и т.д.) либо обусловлена послойной гранулометрической неоднородностью (гранулометрическая слоистость).

Различия в формах пространственного проявления слоистости определяются гидродинамическим режимом формирования конкретной песчаной постройки, что в конечном счете зависит от фациальной обстановки осадконакопления.

В соответствии с косослоистой моделью резервуара, наблюдаемая в разрезе фильтрационно-емкостная неоднородность коллектора (слоистость) в пространстве ориентирована не параллельно относительно кровли и подошвы пласта, а расположена к ним под определенным углом, значения которого для разных фациальных обстановок различны.

Основные типы косой слоистости представлены на рис. 1. В зависимости от фациальных особенностей формирования песчаников и сформированного типа косой слоистости их условно можно разделить на две большие группы – косослоистые упорядоченные (пластовые) и косослоистые хаотичные (желобчатые).

Первая (упорядоченная) группа объединяет фации моря и морского побережья. Учитывая, что в этих обстановках накопление слоев связано с волноприбойной и приливно-отливной деятельностью моря, отлагающимся прослойкам свойственно частое их чередование в направлении перпендикулярном береговой линии и хорошая латеральная прос-