

КОЛЛЕКТОРЫ В БАЖЕНО-АБАЛАКСКОМ КОМПЛЕКСЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ИХ ГЕНЕЗИС

М.Ю. Зубков
(ООО «ЗапСибГЦ»)

В начале изучения баженовской свиты (БС) наиболее широкое распространение получили представления, в соответствии с которыми коллекторы в ней образовывались в результате флюидоразрыва, происходившего вследствие генерации первоначально твёрдым органическим веществом (ОВ) жидких и газообразных углеводородов (УВ), которые занимали больший объём, чем исходное ОВ [2-7, 19, 23, 24, 30-32, 36]. В результате этого процесса по мнению исследователей формировался листоватый коллектор, который впоследствии получил даже собственное название «баженит» [30, 31].

Примерно в это же время был предложен иной механизм формирования коллекторов в БС, в соответствии с которым в образовании коллекторов в свите принимали участие тектонические силы, а образующийся в результате тектонического дробления коллектор был отнесён этой группой ученых к трещинному типу [27, 28, 33, 35, 37]. Однако эти публикации носили скорее декларативный характер и не содержали конкретных сведений ни о механизме формирования этого типа коллекторов, ни о породах, в которых возможно их формирование, ни о способах их прогноза.

Существовали и другие представления о формировании коллекторов в БС, которые, однако, не получили сколько-нибудь широкого распространения, поскольку носили лишь умозрительный характер из-за очень слабой их обоснованности фактическими данными, а потому и малой достоверности [1, 20-22, 25, 26, 34].

Автором в нескольких публикациях довольно подробно на основе детального макро- и микроскопического изучения образцов и результатов тектонофизического моделирования был обоснован механизм образования главных типов коллекторов, присутствующих в бажено-абалакском комплексе (БАК) [8-15]. Однако на самом деле, в составе БАК, кроме представленных в упомянутых публикациях автора основных типов коллекторов, существуют и другие, менее распространенные классы коллекторов, которые более подробно будут рассмотрены в настоящей публикации.

Методы исследований

Образцы, отобранные из БАК, изучались визуально, а также с использованием оптической и электронной (РЭМ) микроскопии. Кроме того, выполнялись петрофизические исследования с использованием стандартных методов изучения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) образцов, а также результаты их анализа с помощью ЯМР релаксометра.

С целью установления качественного состава ОВ, содержащегося в образцах БАК и присутствующего в их поровом пространстве, использовался пиролитический метод.

Результаты исследований

Породы-коллекторы, присутствующие в составе БАК, имеют различный состав, поэтому представляется целесообразным при разбиении их на различные классы в качестве основного критерия использовать особенности их вещественного состава [10, 12, 15].

Кремнистые породы

Кремнистые породы, входящие в состав БАК, представлены **силицитами, радиоляритами и гидротермальными силицитами**.

Силициты – очень прочные породы тёмно-серого цвета с почти массивной текстурой. В исходном состоянии они не являются коллекторами. Лишь в результате тектоно-гидротермальных процессов в них формируются вторичные коллекторы трещинного типа [9, 11, 13-15]. На поверхности трещин, образующихся в них, отмечаются многочисленные кристаллы эпигенетических (гидротермального происхождения) минералов, покрытых плёнками в различной степени метаморфизованных битумов (рис. 1а, б). Размеры кристаллов этих минералов соответствуют степени раскрытии образующихся тектоногенных трещин в силициатах и обычно не превышают десятых долей мм (см. рис. 1б, в).

Однако в силициатах встречаются трещины, имеющие гораздо меньшую раскрытие, которые можно наблюдать лишь, насытив их, например, керосином (см. рис. 1д). Пористость таких образцов составляет порядка 5-6 %, в то время как тот же параметр у монолитных силицитов редко достигает 1,0-2,0 %.

Микроскопические исследования показали, что силициты представляют собой породу, состоящую из многочисленных микрокопролитов или пеллет кремнистого состава. Их образование обязано жизнедеятельности мелких раков-фильтраторов (эвфаузиид). Эти нектонные организмы питались автотрофным планктоном, который по многим признакам мог состоять преимущественно из диктионемовых водорослей, раковинки которых, пройдя через пищеварительный тракт эвфаузиид, разрушались и в виде пеллет опускались на дно верхнеюрского морского бассейна (рис. 2а, б). В зависимости от соотношения кремнистого, глинистого и органического материалов в составе пеллет они могли либо сохранять круглую форму (в случае почти чисто кремнистого состава), либо деформироваться под давлением перекрывающих осадков, приобретая линзовидную или даже блинчиковидную форму, если в их составе помимо кремнистого было много пластичного глинистого и органического вещества (см. рис. 2а, б).

Можно также допустить, что в верхнеюрское время на территории Западной Сибири или в близлежащих районах действовали вулканы, извергавшие кремнистый пепел (И.В. Лучицкий), который также мог попадать сначала в эпиконтинентальный морской бассейн, а затем и в пищеварительный тракт эвфаузиид и в составе пеллет поступать в осадок, образуя силициты.

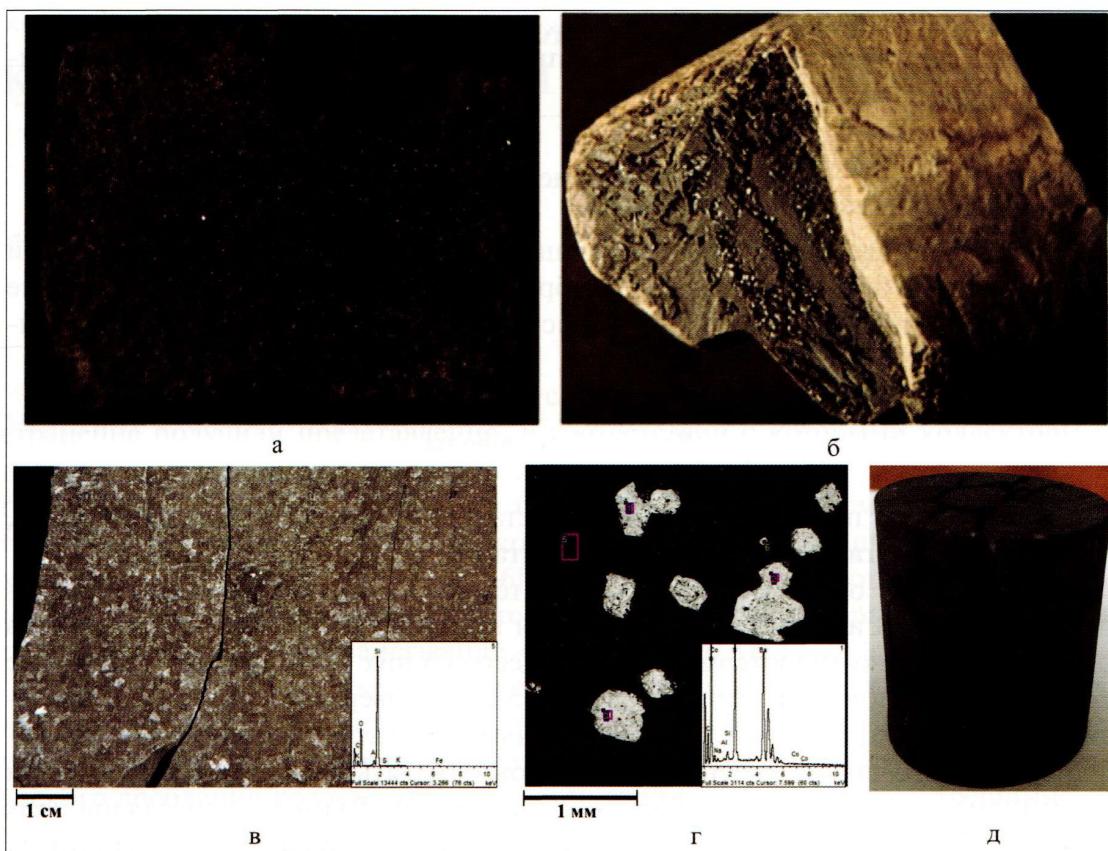
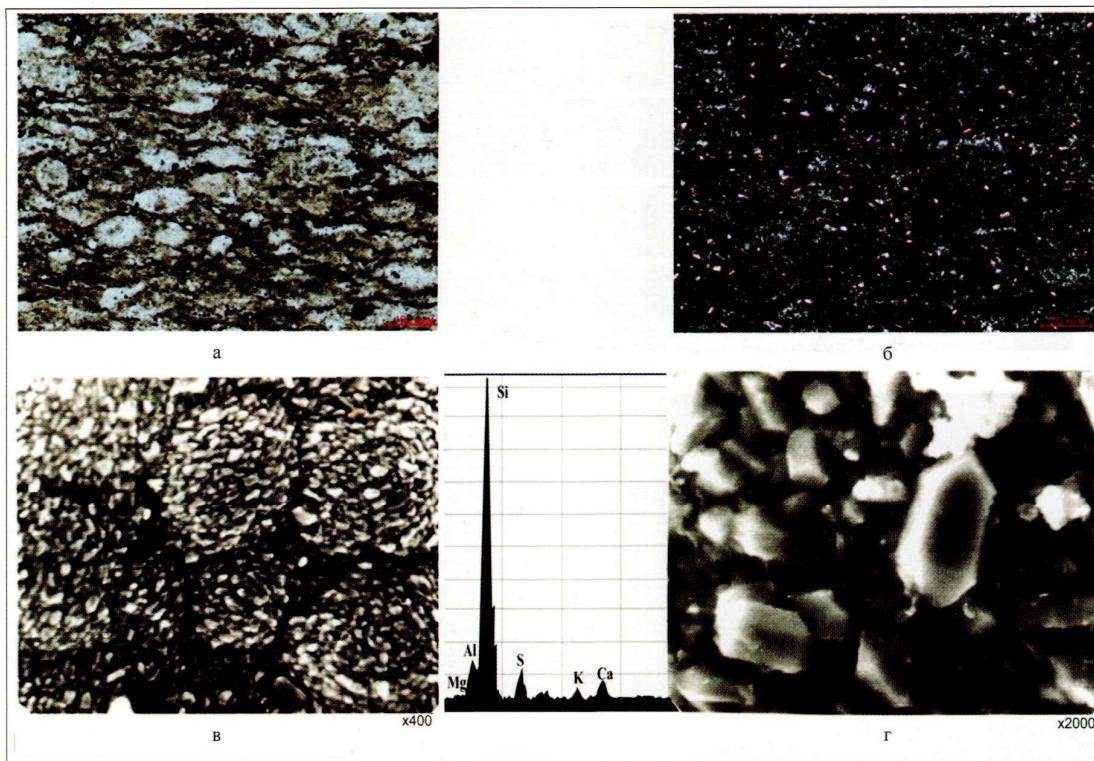


Рис. 1. Трещины в силикатах: а, б – фотографии полноразмерных образцов с трещинами, на поверхности которых присутствуют битумы и новообразованные минералы (Маслиховское месторождение); в, г – поверхность трещины, покрытая многочисленными кристаллами барита (Пальяновская площадь); д - микротрещины в цилиндрическом образце, насыщенном керосином (Северо-Конитлорское месторождение). Элементные спектры: в – кремнистой матрицы, г – кристалла барита, (по [15] с добавлениями)

При больших увеличениях видно, что пеллеты состоят из очень мелких (2,5-10,0 мкм) слабо огранённых кристаллов кварца, сцементированных глинистыми минералами и метаморфизованным тиобитом (рис. 2в, г). Отдельные кристаллики кварца, слагающие кремнистые копролиты или пеллеты, хорошо видны на снимке прозрачного петрографического шлифа, снятого с анализатором (рис. 2б). Микропоры, присутствующие между кристалликами кварца, имеют размеры всего около 0,08-0,25 мкм и заняты связанной водой, а также метаморфизованным тиобитом (рис. 2в, г).

Таким образом, вторичные коллекторы, возникающие в силикатах в результате воздействия на них тектоно-гидротермальных процессов, можно отнести к трещинному типу.

Радиоляриты. Раковинки радиолярий по своим размерам соответствуют крупнозернистым алевролитам и даже мелкозернистым песчаникам, поэтому они, обладая достаточной механической прочностью, представляют собой коллектор, который можно отнести к псевдогранулярному типу.



*Рис. 2. Фотографии прозрачного петрографического шлифа, снятые без (а) и с (б) анализатором, а также снимки РЭМ (в, г) силицитов:
а, б – Тортасинский ЛУ; в, г – Маслиховское месторождение.
Элементный спектр, расположенный между снимками (в) и (г),
получен с площади снимка (в)*

Различия в характере насыщения силицитов и радиоляритов хорошо видны на фотографиях керна, полученных в ультрафиолетовом свете, на которых люминесцируют только радиоляриты, содержащие, в отличие от силицитов, в своём поровом пространстве УВ (рис. 3а).

Различия же в структуре порового пространства обеих разновидностей кремнистых пород хорошо видны на снимках прозрачных петрографических шлифов (рис. 3б, г) и спектрах ЯМР образцов радиолярита (рис. 3в) и силицита (рис. 3д). Пористость радиолярита по данным ЯМР исследований составляет 11,4 % и в нем присутствуют пустоты, занятые свободным флюидом, а поровое пространство, присущее в силиците, по данным того же метода, составляет всего 2,7 %, причём оно занято связанной водой и битумом (рис. 3в, д). Поры, в которых присутствует свободный флюид в силиците, полностью отсутствуют.

Таким образом, в отличие от силицитов, в которых коллектор трещинного типа является полностью вторичным и образуется в результате тектоно-гидротермальных процессов, радиоляриты в значительной мере сохраняют первоначальную псевдогранулярную пористость [15].

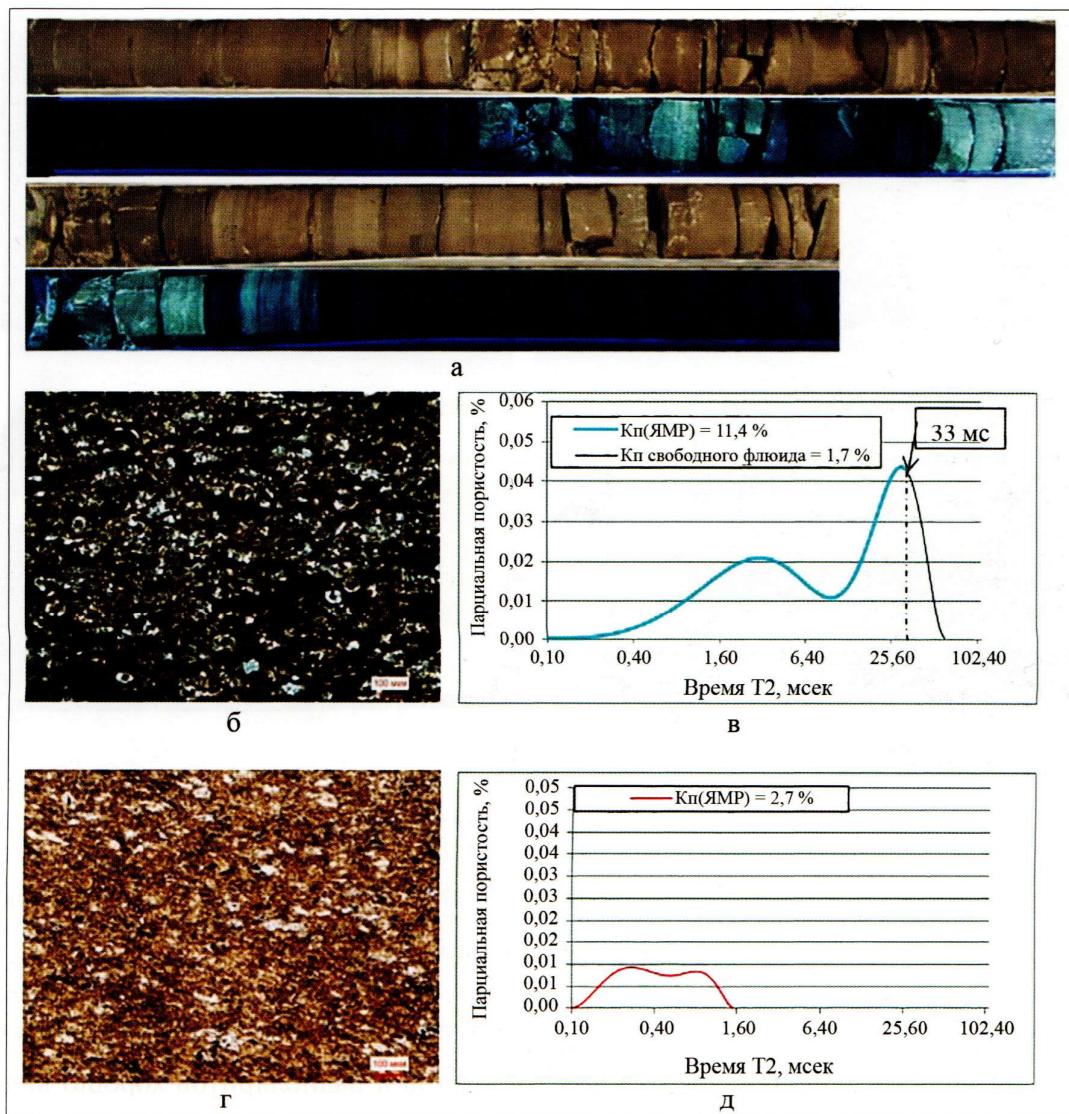


Рис. 3. Силициты и радиоляриты (Тортасинский ЛУ):
а – фотографии полноразмерного керна, снятые в «белом» и ультрафиолетовом свете;
фотографии прозрачных петрографических шлифов: б – радиолярита, г – силицита;
спектры ЯМР: в – радиолярита, д – силицита, (по [15] с добавлениями)

Гидротермальные силициты. Эта разновидность практически чисто кремнистых пород широко развита в пределах Западной Сибири. Они слагают продуктивные отложения в кровельной части доюрского комплекса, образуясь по кремнистым известнякам нижнекарбонового и верхнедевонского(?) возраста в результате воздействия на них тектоно-гидротермальных процессов [17]. Этот же тип пород встречен в составе пласта Ю₁⁰ в пределах Ахтамарского и Грибного месторождений [18].

Гидротермальные силициты образуются в кремнисто-карbonатных породах в результате растворения кислыми гидротермальными флюидами карбонатной

их части и кристаллизации в освободившемся пространстве из исходного биогенного кремнезёма многочисленных прекрасно огранённых мелких кристаллов кварца [17, 18].

Именно такая ситуация наблюдается и в породах БС, имевших первоначально кремнисто-карбонатный состав (рис. 4а, б), которые в результате воздействия на них кислых гидротермальных флюидов теряют карбонатную часть, выщелачиваемую этими флюидами, а оставшийся легко растворимый биогенный кремнезём переотлагается в виде мелких кристаллов кварца (рис. 4в, г).

Образующийся в результате этих процессов коллектор в гидротермальных силицитах относится к псевдо-гранулярно-микрокавернозному типу.

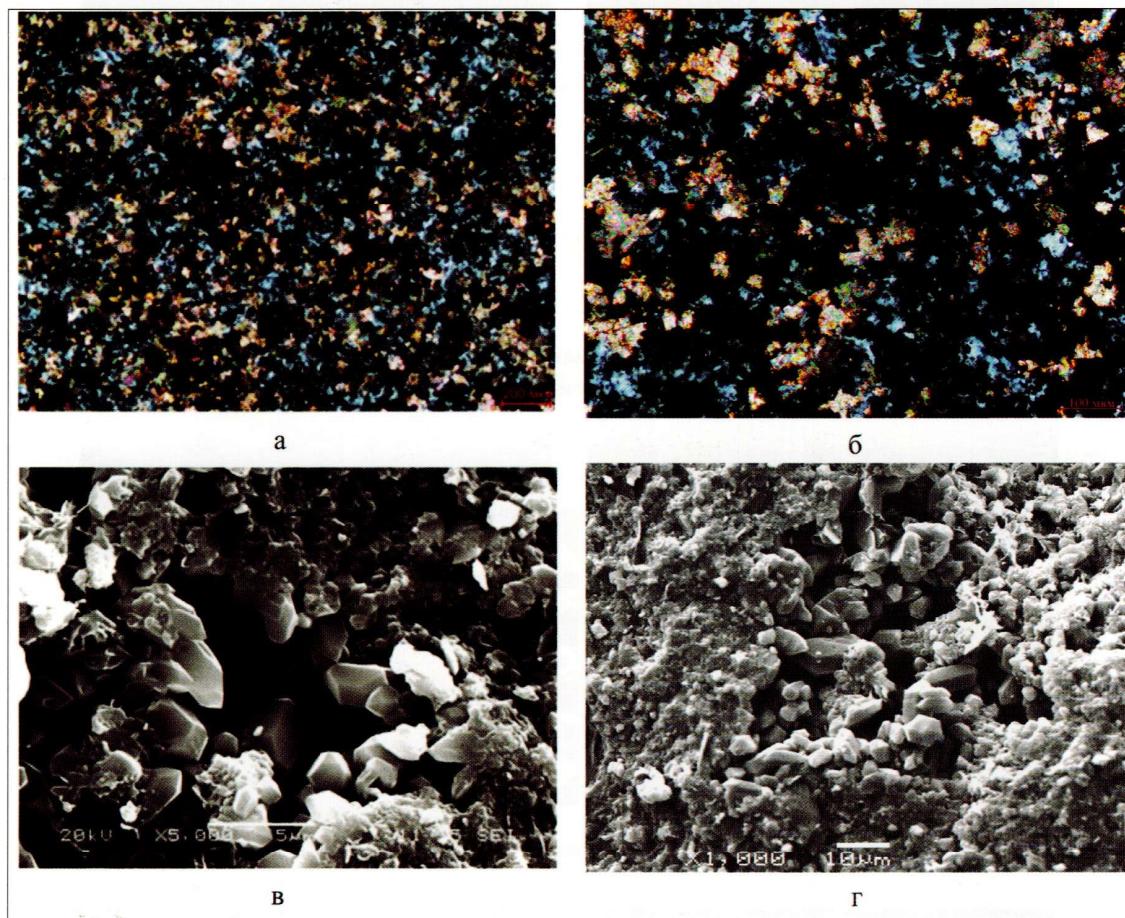


Рис. 4. Исходные кремнисто-карбонатные породы (а, б) и образовавшиеся по аналогичным породам гидротермальные силициты (в, г). Месторождения: а, б – Маслиховское; в – Верхне-Салымское; г – Приобское

Карбонатные породы

Максимальную пористость и проницаемость имеют карбонатные коллекторы, формирующиеся в результате тектонического дробления и последующей гидротермальной обработки первоначально монолитных карбонатных пластов,

которые до этого не обладали коллекторскими свойствами (рис. 5). Образующиеся в карбонатных пластах БАК вторичные коллекторы тектоногидротермального происхождения относятся к трещинно-кавернозному типу [9-15].

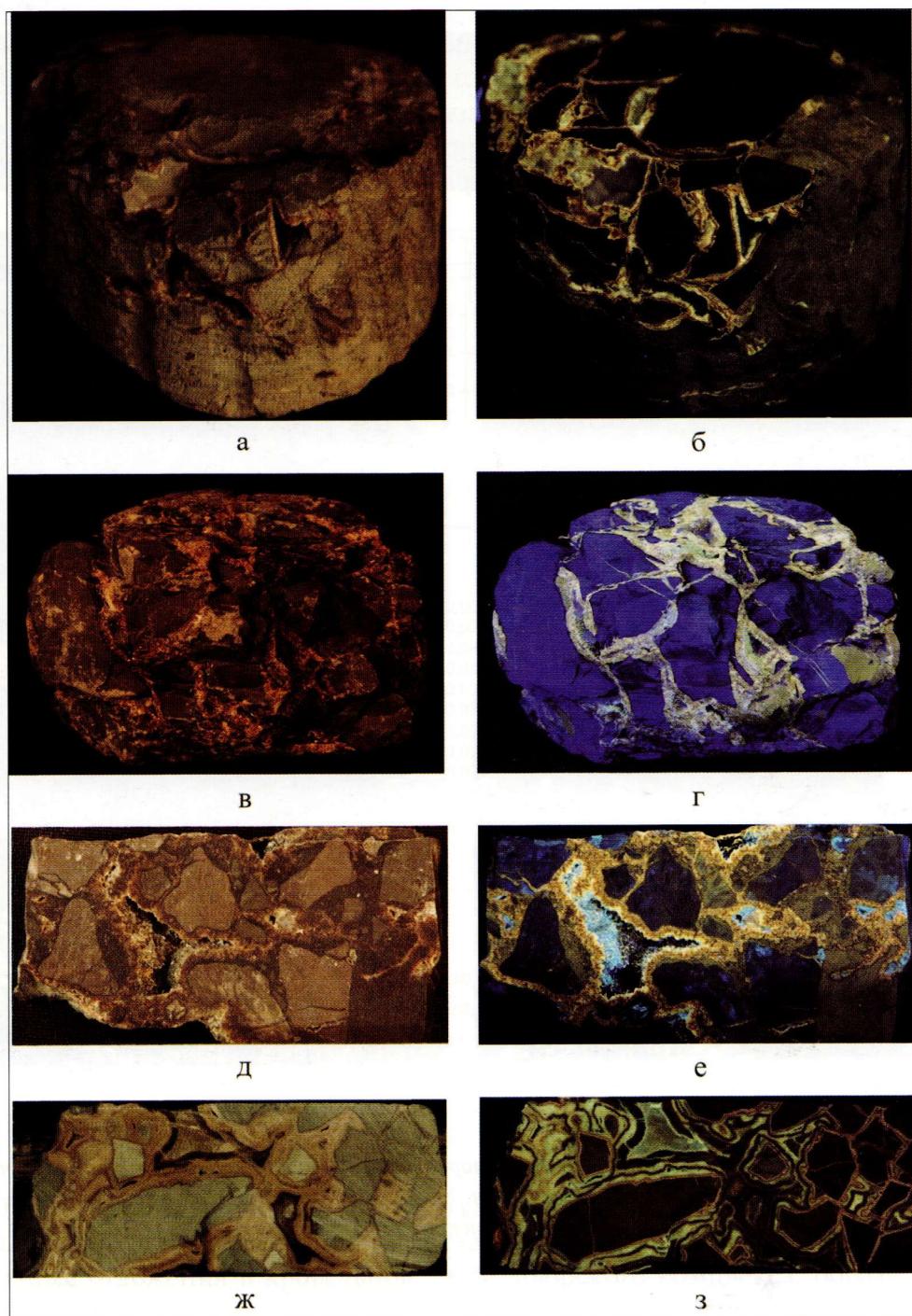


Рис. 5. Фотографии полноразмерных образцов карбонатных коллекторов трещинно-кавернозного типа, снятые в «белом» (а, в, д, ж) и ультрафиолетовом (б, г, е, з) свете. Месторождения: а, б – Усть-Балыкское; в, г – Северо-Конитлорское; д, е – Салымское; ж, з – Сыморьяхское, (по [15] с добавлениями)

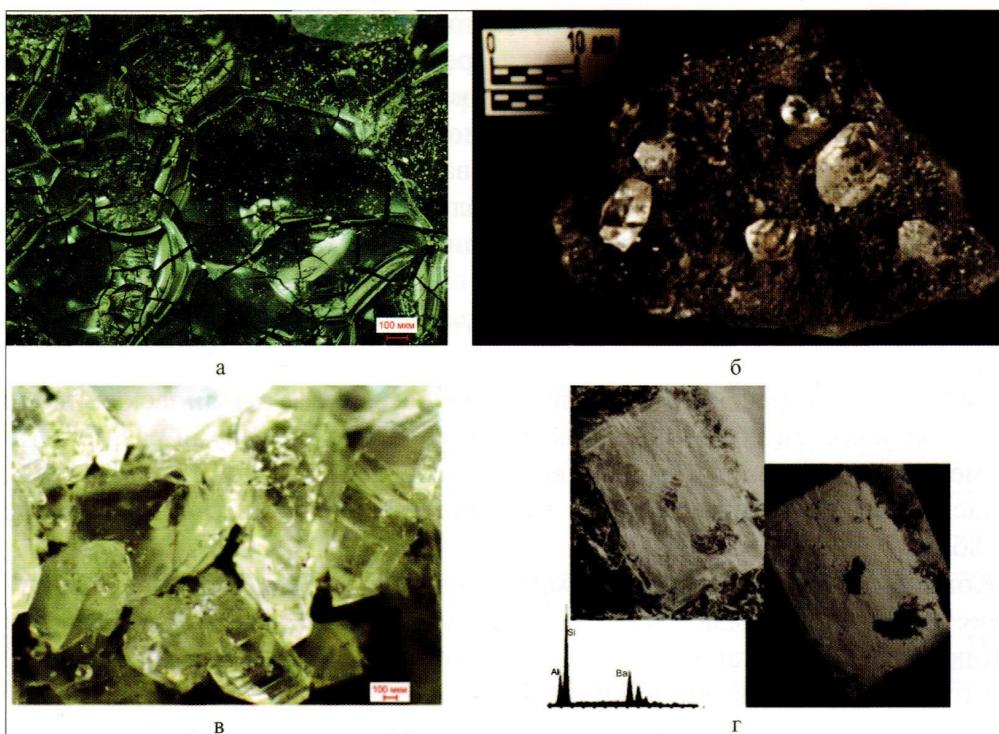


Рис. 6. Битумы и минералы гидротермального происхождения на поверхности трещин и каверн в карбонатных породах: а – метаморфизованный битум; б – тот же битум и две генерации кристаллов кварца (Ем-Еговская площадь); в – микродрузы кварца (Пальяновская площадь); г – кристаллы гармотома (Маслиховское месторождение), (по [15] с добавлениями)

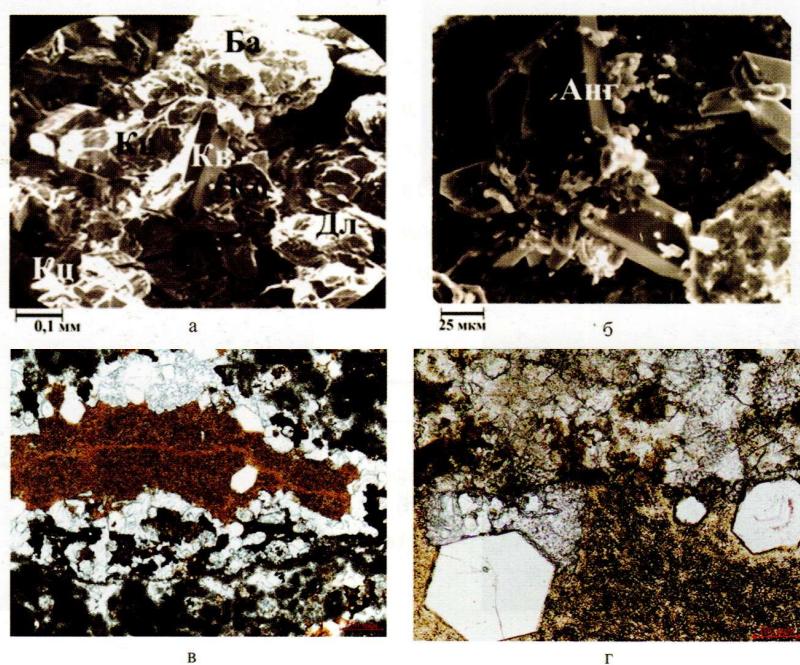


Рис. 7. Минералы гидротермального происхождения на поверхности трещин (а, б) и в микрокавернах (в, г) карбонатных пород: а, б – Ем-Еговская площадь; в – Пальяновская площадь; г – Южно-Ягунское месторождение. Условные обозначения: Анг – ангидрит; Ба – барит; Дл – доломит; Кв – кварц; Кц – кальцит, (по [15] с добавлениями)

Участие в формировании этих коллекторов гидротермальных флюидов подтверждается наличием на поверхности трещин и каверн, присутствующих в них, кристаллов разнообразных минералов и их ассоциаций, а также плёнок в различной степени метаморфизованных тиобитумов (рис. 6, 7) [9-15]. Каверны, образующиеся в этих породах, часто бывают заполнены нефтенасыщенным эпигенетическим (гидротермальным) каолинитом и/или диккитом. Здесь же присутствуют мелкие кристаллы кварца (рис. 7в, г).

Копролиты

Копролиты встречены в западной части бассейна (Пальяновская площадь). Они входят в состав тутлеймской свиты и представлены двумя разновидностями, имеющими фосфоритовый и карбонатный состав (рис. 8а, б) [15]. То, что они насыщены УВ, подтверждается люминесценцией в ультрафиолетовом свете (рис. 8б).

Копролиты так же, как и рассмотренные выше типы пород, подвергались воздействию гидротермальных флюидов, вызвавших частичную перекристаллизацию фосфатов, а также образование каолинита и/или диккита, кристаллов кальцита, доломита, кварца и барита (рис. 8в, г).

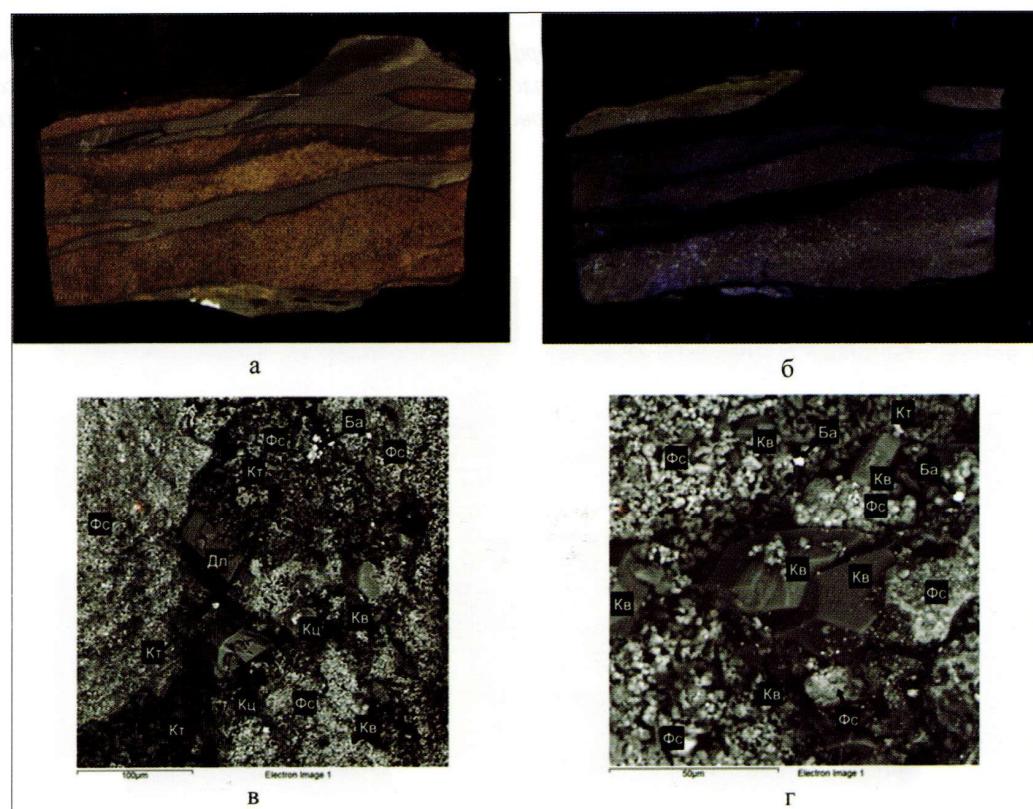


Рис. 8. Фотографии полноразмерных образцов копролитов фосфоритово-карбонатного состава, снятых в «белом» (а) и ультрафиолетовом (б) свете, а также снимки РЭМ фосфоритовых копролитов (в, г). Условные обозначения: Ба – барит; Kv – кварц; Кт – каолинит (диккит); Ку – кальцит; Фс – фосфорит, (по [15] с добавлениями)

Копролиты подобно радиоляритам характеризуются псевдогранулярной межзерновой ёмкостью, в значительной степени унаследованной со стадии их седиментации благодаря довольно крупным размерам, соответствующим крупноалевритовой и мелкозернистой песчаной гранулометрическим размерностям (рис. 9а, в).

Фосфоритовые копролиты обладают гораздо более высокими ФЕС, чем их карбонатные разновидности, что подтверждается ЯМР исследованиями. Так пористость первых составляет около 15 %, а вторых – всего 4,4 % (рис. 9б, г). В первых также гораздо выше значение индекса свободного флюида. Заметно более низкие ФЕС карбонатных копролитов по сравнению с фосфоритовыми объясняются тем, что карбонаты замещают не только сами копролиты, но и значительную часть пустотного пространства, расположенного между ними (см. рис. 9в).

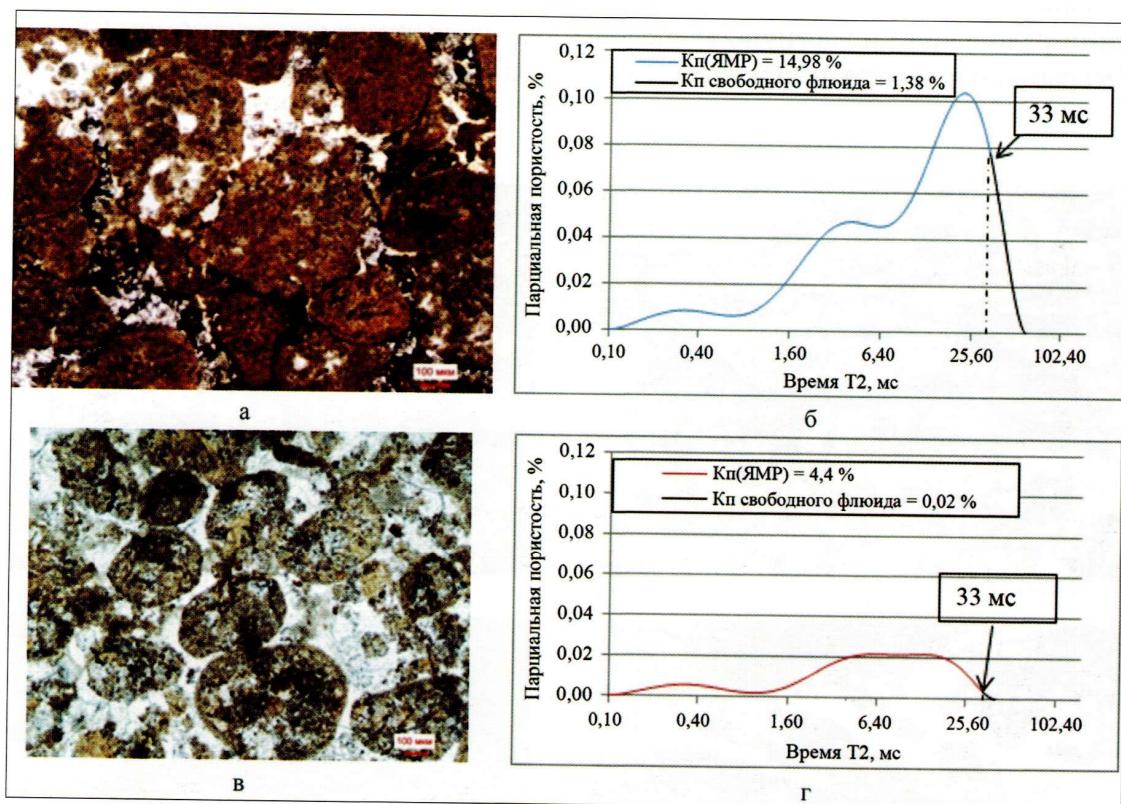


Рис. 9. Снимки прозрачных петрографических шлифов фосфоритовых (а) и карбонатных (в) копролитов, а также их спектры ЯМР: б – фосфоритового, г – карбонатного состава (Пальяновская площадь), (по [15] с изменениями)

Таким образом, копролиты можно отнести к коллекторам с псевдогранулярным типом пористости. Эта разновидность пористости в значительной степени является первичной, хотя отложение в поровом пространстве копролитов вторичных, в том числе имеющих гидротермальное происхождение, минералов в большей или меньшей степени уменьшает их первоначальную пористость.

Высокорадиоактивные породы

В разрезе скв. 554Э Салымского месторождения встречены два высокорадиоактивных пласта, которые интересны не только из-за их высокой радиоактивности, но и тем что они являются продуктивными – из них получены малодебитные притоки УВ [16].

Верхний «радиоактивный» пласт, мощностью около 30-35 см, представляет собой породу, сложенную главным образом доломитовым радиоляритом с небольшой примесью кальцита (около 12-14 %), незначительным содержанием фрамбоидального пирита (около 3 %), остатками не замещенного карбонатами биогенного кремнезема (8-10 %) и высоким содержанием ихтиодетрита (около 10-12 %), который в большинстве случаев имеет почти черный цвет (рис. 10а, б). Исходное ОВ в рассматриваемой карбонатной породе практически полностью отсутствует, а вместо него присутствует черный керитоподобный сильно метаморфизованный почти твердый битум, заполняющий пустоты между раковинами радиолярий и частично выщелоченные остатки ихтиодетрита (рис. 10а, б). Открытая пористость рассматриваемой породы составляет в среднем 8-10 % [16].

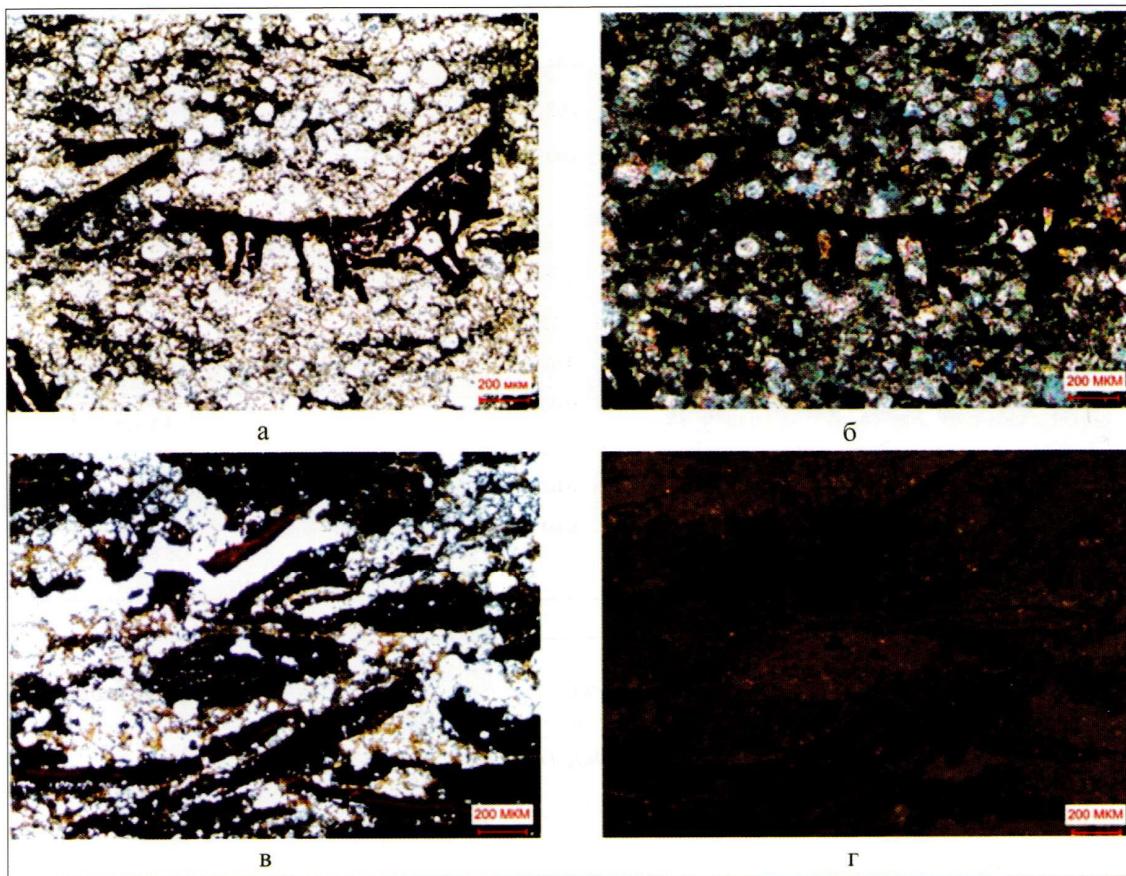


Рис. 10. Фотографии прозрачных петрографических шлифов радиоактивных пород, обогащенных ихтиодетритом (а, б) и пиритом (в, г). Доломитовый радиолярит, снятый без (а) и с (б) анализатором; карбонатно-пиритовый образец, снятый в проходящем (в) и отраженном (г) свете, (по [16])

Представленная карбонатная порода может быть отнесена к коллектору псевдогранулярного типа (как обычные радиоляриты), но с признаками микрокавернозного типа (из-за частично выщелоченных гидротермальными флюидами раковинок радиолярий и ихтиодетрита).

Нижний «радиоактивный» пласт имеет мощность около 1 м и более экзотический вещественный состав. Он представляет собой «пиритовый» пласт, состоящий главным образом из мелкозернистого пирита (обычно фрамбоидального), содержание которого варьирует в пределах 50-65 % (см. рис. 10в, г) [16]. Кроме того, в его составе присутствует доломит (10-15 %), кальцит (5-7 %), сидерит (6-8 %), немного кварца (3-5 %). Исходное ОВ полностью отсутствует, зато, как и в рассмотренном ранее пласте, присутствует керитоподобный сильно метаморфизованный с высоким содержанием серы битум, содержание которого составляет около 4-6 % (см. рис. 10в, г).

Интересен следующий факт: в шлифах хорошо видны обломочные фрагменты черного цвета, напоминающие по внешнему виду ихтиодетрит, но, несмотря на это, результаты химического анализа демонстрируют низкое содержание P_2O_5 в составе рассматриваемой породы. Очевидно, что исходный ихтиодетрит был практически полностью растворен и вынесен из рассматриваемого «радиоактивного» пласта гидротермальными растворами, а его «отрицательные» формы оказались в значительной степени заполненными сильно метаморфизованным керитоподобным битумом (см. рис. 10в, г).

Открытая пористость образцов, отобранных из рассматриваемого «пиритового» пласта составляет 15-17 %, а проницаемость – 13-15 мД [16]. Основная часть пустотного пространства в изучаемом пласте образовалась за счёт выщелачивания кислыми гидротермальными флюидами не устойчивых в этих условиях компонентов, представленных главным образом карбонатами и ихтиодетритом, что хорошо видно в прозрачных петрографических шлифах, прокрашенных красной смолой (см. рис. 10в, г).

Уран, содержащийся в повышенных концентрациях в рассматриваемых «радиоактивных» интервалах, связан в верхнем из них – с остатками ихтиодетрита и метаморфизованным битумом, а в нижнем – практически полностью с метаморфизованным керитоподобным битумом [16].

Вторичный коллектор, образовавшийся в этих радиоактивных пластиах, можно условно отнести к порово-микрокавернозному типу.

Обсуждение полученных результатов

Результаты исследования свидетельствуют о том, что коллекторы в БАК имеют преимущественно вторичное (тектоно-гидротермальное) происхождение и образуются за счет вполне определённых типов пород, имеющих в основном кремнистый, карбонатный и смешанный кремнисто-карбонатный состав. Эти породы характеризуются высокой прочностью и в то же время хрупкостью, а карбонатные разновидности ещё и высокой растворимостью в кислых гидротермальных флюидах [13-15]. Одним словом, эти разновидности пород способны противостоять литостатическому давлению перекрывающих их осадков и в значительной мере сохраняют вторичное пустотное пространство, образовавшееся в них в результате наложенных тектоно-гидротермальных процессов.

Напротив, породы с высоким содержанием в их составе глинистого материала и ОВ вследствие их низкой механической прочности и высокой пластичности не способны превратиться во вторичные коллекторы, а результатом тектонического воздействия является появление в них многочисленных поверхностей и «зеркал» скольжения, по которым они распадаются на многочисленные мелкие и крупные обломки при извлечении из скважины.

Поэтому листоватый коллектор или «баженит», якобы формирующийся в тонкослоистых разновидностях БС и БАК, послойно обогащенных ОВ, вследствие процесса флюидоразрыва, является мифом, не имеющим сколько-нибудь серьёзного обоснования и подтверждения накопленными к настоящему времени многочисленными фактическими данными [9-15].

В тонкослоистых разновидностях пород БС с повышенным содержанием в них ОВ (рис. 11а, б), отобранных в пределах «высокотемпературных» участков с повышенным геотермическим градиентом, последнее представлено метаморфизованным битумом с растворёнными в нём УВ в виде твердых растворов, которые на пирограммах этих образцов входят в состав пика S_1 и отчасти пика S_2^1 (рис. 11в). В состав пика S_2 в таких образцах входят УВ, выделяющиеся вследствие высокотемпературного термокрекинга самих битумов, присутствующих в них.

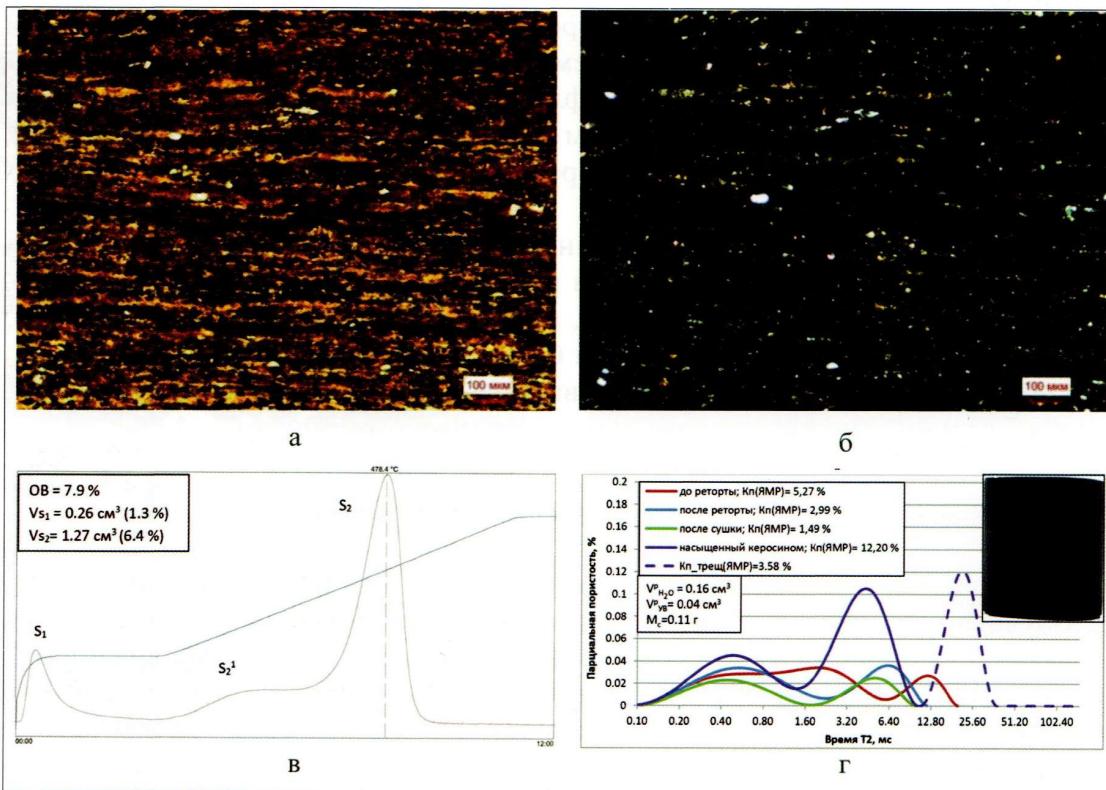


Рис. 11. Фотографии прозрачных петрографических шлифов, снятые без (а) и с (б) анализатором, пирограмма (в) и спектры ЯМР (г) битуминозно-кремнистого аргиллита (Каменная площадь). На врезке рисунка (в) приведена фотография этого образца

Для этих образцов отмечается интересный феномен, заключающийся в том, что пористость по данным ЯМР, полученная при насыщении их водой заметно ниже (почти в 1,2 раза) значений таковой, полученной в случае, если те же самые образцы были насыщены керосином. Этот феномен объясняется тем, что битумы и растворённые в них в виде «твёрдых» растворов УВ при насыщении образцов водой сохраняют своё вязкое или твёрдое состояние и не формируют сигнал в ЯМР-релаксометре. При насыщении же их керосином часть высокомолекулярных УВ и даже смол растворяется в керосине и переходит из твёрдого или вязкого в жидкое состояние, вследствие чего регистрируемый сигнал значительно увеличивается и, соответственно, пористость по данным ЯМР в этом случае также растёт и значительно превосходит таковую, полученную при насыщении тех же образцов водой.

Необходимо также отметить тот факт, что керосин заполняет трещины, присутствующие в образце, в результате чего на спектре ЯМР появляется дополнительный пик, соответствующий трещинной «пористости» (рис. 11 г). Однако остаётся вопрос о происхождении этих трещин: были ли они в пластовых условиях или возникли при снятии с образца литостатической нагрузки вследствие его попадания из пластовых в поверхностные условия?

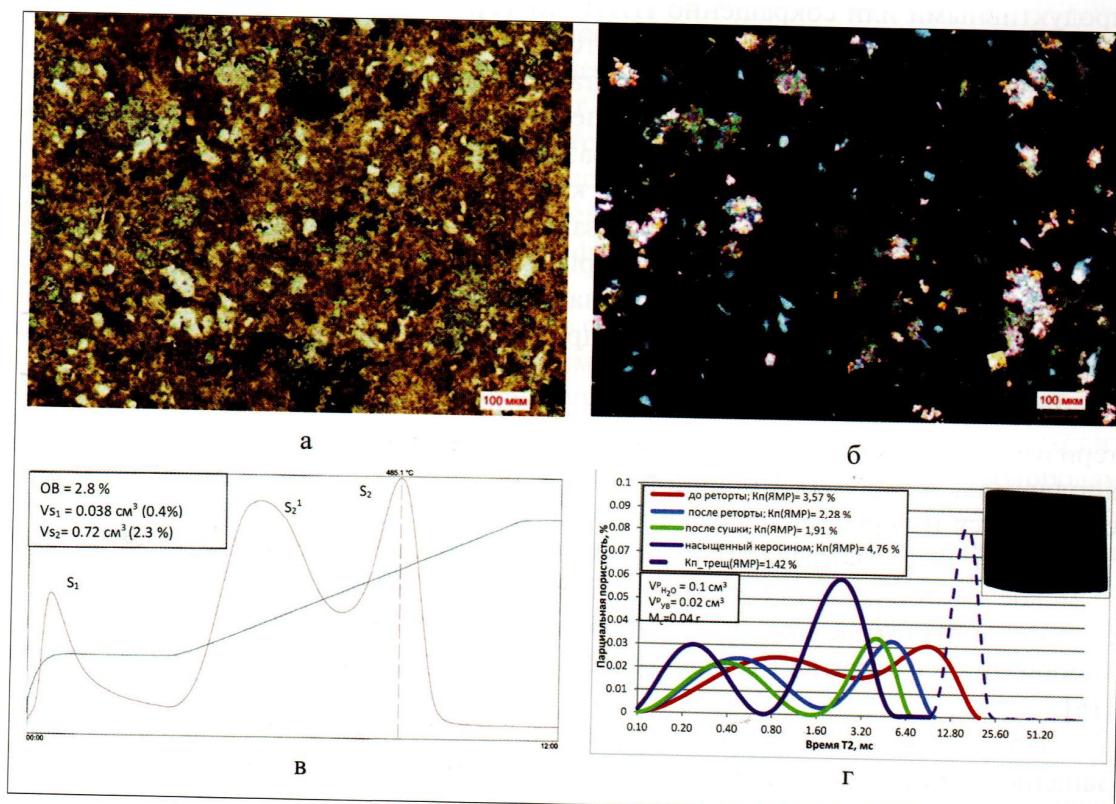


Рис. 12. Фотографии прозрачных петрографических шлифов, снятые без (а) и с (б) анализатором, пиrogramма (в) и спектры ЯМР (г) слабобитуминозного карбонатно-кремнистого образца (Каменная площадь). На врезке рисунка (в) приведена фотография этого образца

В отличие от битуминозно-кремнистых аргиллитов, характеризующихся небольшим по амплитуде пиком S_1 , очень маленьким S_2^1 и, напротив, высокоамплитудным S_2 (рис. 11в), поровое пространство слабобитуминозных карбонатно-кремнистых литологических типов пород (рис. 12а, б) заполнено аллохтонными или параавтохтонными нафтидами, что подтверждается большими размерами пиков S_1 и S_2^1 (рис. 12в). В этом литологическом типе также присутствует трещинная «пористость», однако, её величина заметно меньше, чем у предыдущего типа пород (рис. 12г). Заметно меньшая величина трещинной «пористости» у слабобитуминозного карбонатно-кремнистого образца по сравнению с битуминозно-кремнистым аргиллитом, вероятно, объясняется его гораздо большей прочностью по сравнению с последним.

Заключение

Проведенные исследования показали, что в подавляющем большинстве случаев породы-коллекторы, присутствующие в составе бажено-абалакского комплекса, являются вторичными, образовавшимися в результате воздействия на верхнеюрские осадки тектоно-гидротермальных процессов. Причём вторичные коллекторы образуются главным образом в кремнистых, карбонатных и переходных между ними разновидностях пород, названных автором потенциально продуктивными или сокращенно ППП [10-15].

В кремнистых породах формируются преимущественно трещиноватые коллекторы (в силицитах), а в радиоляритах кроме вторичной тектоногенной трещиноватости частично сохраняется и первичная псевдогранулярная пористость.

Гидротермальные силициты образуются в кремнисто-карбонатных разновидностях за счёт выщелачивания кислыми гидротермальными флюидами карбонатов и последующей кристаллизации в сформировавшемся поровом пространстве мелкокристаллического кварца [15, 17, 18].

Максимальная по объёму вторичная емкость трещинно-кавернозного типа формируется в результате тектоно-гидротермальных процессов в карбонатных разновидностях пород [15].

Ограниченному распространением (только в Приуральской НГО) характеризуются фосфоритовые и карбонатные копролиты, в которых, как и в радиоляритах, наряду со вторичной трещинно-кавернозной ёмкостью частично сохраняется и первичная псевдогранулярная пористость.

Очень редко встречаются продуктивные высокорадиоактивные слои (Салымское месторождение), обогащенные ихтиодетритом и пиритом, в которых вторичное пустотное пространство частично возникает за счёт выщелачивания карбонатов и фосфатов (ихтиодетрита) кислыми гидротермальными флюидами [16].

Причина возникновения и проявления в БАК и вообще в осадочном чехле Западно-Сибирского бассейна тектоно-гидротермальных процессов кроется в активности верхней части мантии (астеносфере). Магматические тела, поднимающиеся из астеносферы вверх по направлению к земной поверхности, вызывают дробление пород земной коры, а затем и осадочного чехла [15, 17, 18]. В зависимости от их размеров образуются положительные структуры первого, второго и более мелких порядков. Их поднятие в перекрывающих их породах

вызывает рост напряжений, при превышении величины прочности этих пород, появляются субвертикальные зоны дробления, механизм формирования которых был рассмотрен в публикациях автора, посвященных использованию методов тектонофизического моделирования [9, 11, 13-16, 17, 18]. По мере подъёма этих магматических тел внешнее давление, действующее на них, уменьшается, вследствие чего из них выделяются в свободном состоянии высокоеэнтальпийные флюиды, содержащие в своём составе кроме воды метан и его гомологи, а также H_2 , CO_2 , CO , кислые компоненты (HF , HCl , H_2S , SO_2 и др.) [29]. Эти поликомпонентные высокоеэнтальпийные флюиды проникают по образовавшимся над ними зонам дробления в перекрывающие их породы и мобилизуют воду, находящуюся в различном виде сначала в породах фундамента, а затем и осадочного чехла, вследствие чего формируются гидротермальные флюиды [17, 18]. Эти флюиды благодаря высокой температуре (по данным гомогенизации газово-жидких включений в кристаллах гидротермального кварца, встреченных в отложениях БАК, достигающих $330-350^\circ C$, а, возможно, и выше) активизируют процессы нафтогенеза и в виде гомогенного водно-нафтогенного флюида по сформировавшимся зонам дробления проникают в образовавшиеся в БАК породы-коллекторы, заполняя их. По мере остывания этих первоначально гомогенных (однофазных) флюидов они распадаются на две (вода-нефть) или три (вода-нефть-газ) фазы. При этом вода, первоначально мобилизованная эндогенными высокоеэнтальпийными флюидами из подстилающих и перекрывающих БАК глинистых отложений, постепенно возвращается в их состав, а частично входит в новые глинистые минералы, богатые конституционной водой, например, такие как каолинит и диккит, постоянно встречающиеся в трещинах и кавернах вторичных коллекторов БАК (см. рис. 7в, г и 8в, г).

В пределах площадей, где подобные процессы происходили сравнительно недавно (в масштабах геологического времени), сохранились аномально высокие пластовые температуры, превышающие фоновые для этих же глубин на $30-40^\circ C$ [8, 14, 15, 17-20, 24, 30, 31, 36].

Всё вышесказанное свидетельствует о том, что тектонические процессы, обусловленные подъёмом из астеносферы магматических тел различных размеров, активно участвуют не только в формировании вторичных коллекторов в БАК, но и собственно в самом процессе генерации нафтидов. Причём это происходит не только за счёт ОВ, входящего в состав БАК, но и благодаря углеводородам (прежде всего метану и его гомологам), присутствующим в вышеописанных высокоеэнтальпийных флюидах, выделяющихся из этих магматических тел, а также в результате процессов гидрогенизации ОВ, содержащегося в осадках, в результате его взаимодействия с водородом, присутствующим в составе этих флюидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин В.И., Ефремов Е.П., Каптелинин Н.Д. Модель коллекторов нефти баженовской свиты Салымского месторождения // Нефтяное хозяйство, 1983. – № 10. – С. 27-31.
2. Гураги Ф.Г., Гураги И.Ф. Формирование залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1974. – № 5. – С. 36-40.
3. Гураги Ф.Г. Об условиях накопления и нефтеносности баженовской свиты Западной Сибири / Тр. СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1979. – Вып. 271. – С. 153-160.

4. Добрынин В.М., Мартынов В.Г. Коллектор нефти в нефтематеринских глинистых толщах // Геология нефти и газа, 1979. – № 7. – С. 36-43.
5. Дорофеева Т.В., Лебедев Б.А., Петрова Т.В. Особенности формирования коллекторских свойств баженовской свиты Салымского месторождения // Геология нефти и газа, 1979. – № 9. – С. 20-23.
6. Елисеев В.Г., Несторов И.И. Перспективы нефтеносности глинистых отложений баженовской свиты / Тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1978. – Вып. 130. – С. 155-157.
7. Ефремов Е.П., Зубков М.Ю., Боркун Ф.Я. и др. Методика оценки перспектив нефтегазоносности баженовских отложений Западной Сибири / Энергия и механизм первичной миграции углеводородов. – М.: Наука, 1988. – С. 152-161.
8. Зубков М.Ю. Критерии оценки региональных перспектив нефтеносности баженовской свиты // Нефтяное хозяйство, 1989. – № 5. – С. 26-30.
9. Зубков М.Ю., Скрылев С.А., Бондаренко П.М. и др. Методы оценки перспектив нефтегазоносности баженовской и абалакской свит Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО / Материалы II научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 1999. – С. 206-222.
10. Зубков М.Ю. Литолого-петрофизическая характеристика отложений баженовской и абалакской свит центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) // Геология и геофизика, 1999. – Т. 40. – № 12. – С. 1821-1836.
11. Зубков М.Ю., Бондаренко П.М., Трухан Я.А. и др. Прогноз углеводородных залежей в трещинных коллекторах баженовской и абалакской свит Восточно-Пальяновской площади на основе результатов сейсморазведки и тектонофизического моделирования // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО / Материалы III научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2000. – С. 174-187.
12. Зубков М.Ю. Анализ распределения K, U, Th и В в верхнеюрских отложениях центральной части Красноленинского свода (Западная Сибирь) с целью их стратификации, корреляции и выделения в них потенциально продуктивных пластов // Геохимия, 2001. – № 1. – С. 51-70.
13. Зубков М.Ю., Пормайстер Я.А., Бондаренко П.М. Прогноз трещинных коллекторов в отложениях баженовской и абалакской свит на основе результатов тектонофизического моделирования // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО / Материалы V научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2002. – Т. 1. – С. 244-253.
14. Зубков М.Ю., Каган М.В., Вокин Р.Д. и др. Прогноз продуктивных зон в отложениях баженовской и абалакской свит Средненазымского лицензионного участка // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО – Югры / Материалы XI научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2008. – Т. 2. – С. 64-81.
15. Зубков М.Ю. Коллекторы в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири и способы их прогноза // Геология нефти и газа, 2014. – № 5. – С. 58-72.
16. Зубков М.Ю. Особенности распределения урана в битуминозных отложениях баженовской свиты (Западная Сибирь) // Каротажник. – НТВ АИС, 2015. – Вып. 5 (251). – С. 3-32.
17. Зубков М.Ю. Вторичные коллекторы тектоно-гидротермального происхождения в кровельной части доюрского комплекса Западно-Сибирской плиты и способы их прогноза // Геология нефти и газа, 2015. – № 6. – С. 78-95.
18. Зубков М.Ю. Тектоно-гидротермальные процессы в юрских отложениях Западной Сибири // Геология нефти и газа, 2017. – № 1. – С. 60-76.
19. Коллекторы нефти баженовской свиты Западной Сибири / Под ред. Т.В. Дорофеевой. – Л.: Недра, 1983. – 132 с.
20. Клубова Т.Т., Климушкина Л.П., Медведева А.М. Особенности формирования залежей нефти в глинах баженовской свиты Западной Сибири / В кн.: Нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири / Материалы научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2017. – С. 10-11.

- новской свиты Западной Сибири. – Тр. ИГИРГИ. – М., 1980. – С. 128-147.
21. Конышева Р.А., Сахибгареев Р.С. О природе емкости в аргиллитах баженовской свиты Западной Сибири. – ДАН СССР, 1976. – Т. 228. – № 5. – С. 1197-1199.
22. Корж М.В., Филина С.И. Особенности литогенеза аргиллитов баженовской свиты и возможный механизм образования в них залежей нефти / В кн.: Нефтеносность баженовской свиты Западной Сибири. – Тр. ИГиРГИ. – М., 1980. – С. 6-18.
23. Краснов С.Г., Беликова А.Г., Галишев И.Р. Условия формирования автохтонных нефтяных залежей баженовской свиты Западной Сибири // Геология и геофизика, 1981. – № 10. – С. 3-10.
24. Краснов С.Г., Дорофеева Т.В., Лебедев Б.А. Геологические условия нефтеносности и природа емкости коллекторов баженовской свиты Западной Сибири / В кн.: Условия нефтегазоносности и особенности формирования месторождений нефти и газа на Западно-Сибирской плате. – Л.: Недра, 1980. – С. 115-127.
25. Кривошеева З.А., Соколов Б.А. Образование нефтяных залежей в глинистых толщах в результате разуплотнения // Геология нефти и газа, 1980. – № 1. – С. 26-29.
26. Крылов И.А., Орел В.Е., Филина С.И. Особенности промышленной нефтеносности пород баженовской свиты // Нефтегазовая геология и геофизика, 1980. – № 8. – С. 15-17.
27. Мелик-Пашаев В.С., Степанов А.И., Терещенко Ю.А. О природе аномально высоких пластовых давлений в юрских отложениях Салымского месторождения // Геология нефти и газа, 1979. – № 7. – С. 25-28.
28. Микуленко К.И. Перспективы нефтегазоносности отложений баженовской свиты центральных и южных районов Западно-Сибирской плиты / Тр. СНИИГГиМС. – Новосибирск, 1974. – Вып. 194. – С. 37-41.
29. Набоко С.И. Формирование современных гидротерм и метаморфизм растворов и пород. Вопросы вулканализма. / Тр. Первого Всесоюзного вулканологического совещания. 23 сентября – 2 октября 1959 г. – М.: Изд. АН СССР, 1962. – С. 52-62.
30. Нестеров И.И. Новый тип коллектора нефти и газа // Геология нефти и газа, 1979. – № 10. – С. 26-29.
31. Нестеров И.И. Нефтеносность битуминозных глин баженовской свиты Западной Сибири // Советская геология, 1980. – № 11. – С. 3-10.
32. Новиков Г.Р., Салманов Ф.К., Тян А.В. Перспективы открытия крупных залежей нефти в трещиноватых аргиллитах баженовской свиты // Нефть и газ Тюмени. – Тюмень, 1979. – Вып. 1. – С. 1-3.
33. Прозорович Г.Э., Соколовский А.П., Малых А.Г. Новые данные о трещиноватых коллекторах баженовской свиты // Проблемы нефти и газа Тюмени. – Тюмень, 1979. – Вып. 18. – С. 7-9.
34. Соколовский А.П. К вопросу о нефтеносности аргиллитов баженовской свиты в Салымском районе. В кн.: Новые материалы по геологии и нефтегазоносности Западно-Сибирской низменности / Тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1972. – Вып. 58. – С. 113-121.
35. Терещенко Ю.А. Резкая аномалия пластовых давлений на Салымском месторождении в Западной Сибири и ее возможная природа. – МОИП Отд. геол., 1972. – Вып. 47. – № 5. – С. 219-222.
36. Условия формирования и методика поисков залежей нефти в аргиллитах баженовской свиты // Мин-во геол. СССР, Сиб. Науч.-исслед. ин-т геологии, геофизики и минерального сырья. Сост.: Ф.Г. Гураи, Э. Я. Вайц, В.Н. Меленевский и др. – М.: Недра, 1988. – 200 с.
37. Халимов Э.М., Мелик-Пашаев В.С. О поисках промышленных скоплений нефти в баженовской свите // Геология нефти и газа, 1980. – № 6. – С. 1-10.