

УДК 552.124.4:551.762.31(571.1)

СЕПТАРИЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ В ОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.А. Жуковская, Л.Г. Вакуленко, П.А. Ян

Аннотация

В ходе выполненного конкреционного анализа оксфордских терригенных и глинистых отложений Западной Сибири установлено повсеместное наличие карбонатных септариевых конкреций, сформированных на стадии раннего диагенеза в осадках прибрежно- и мелководно-морского генезиса. Формирование крупных извилистых трещин, не выходящих за пределы конкреций, вероятнее всего, происходило в результате синерезиса, а их выполнение кальцитом разных генераций и доломитом осуществлялось на более поздних этапах диагенеза и катагенеза. Показана значимость конкреционных реперных горизонтов для детального расчленения и корреляции разрезов, а также для создания более достоверных геологических моделей нефтегазовых месторождений.

Ключевые слова: Западная Сибирь, оксфорд, нефтегазоносные отложения, септариевые конкреции, диагенез.

Введение

Конкреционный анализ как один из составляющих комплекса литолого-фациальных исследований довольно активно применялся при изучении мезозойских терригенных нефтегазоносных формаций Западной Сибири в 70–80-е годы XX в. Усилиями В.Н. Высоцкого, А.А. Нежданова, А.И. Сидоренкова, И.Н. Ушатинского, Ю.В. Щепеткина и других исследователей установлено, что распределение конкреционных тел в осадочном чехле Западно-Сибирской плиты носит закономерный характер и контролируется составом и генезисом вмещающих пород. Конкреционный анализ применялся для решения различных геологических задач: расчленения и корреляции разрезов, выявления цикличности толщ, влияния процессов карбонатного конкрециеобразования на коллекторские свойства пород, проведения палеогеографических и палеотектонических реконструкций, прогнозирования региональных зон развития литологических ловушек и т. д. Установлено, что васюганская свита и ее аналоги являются уровнем с регионально выдержанным максимальным коэффициентом конкрециенности.

В центральных и южных районах Западно-Сибирского бассейна в составе оксфордских отложений нами зафиксировано развитие карбонатных конкреционных стяжений с крупными радиальными и тангенциальными трещинами, выполненными мелко-, средне- и крупнокристаллическими карбонатными минералами, что позволяет отнести эти образования к септариям (от лат. *septum* – перегородка).

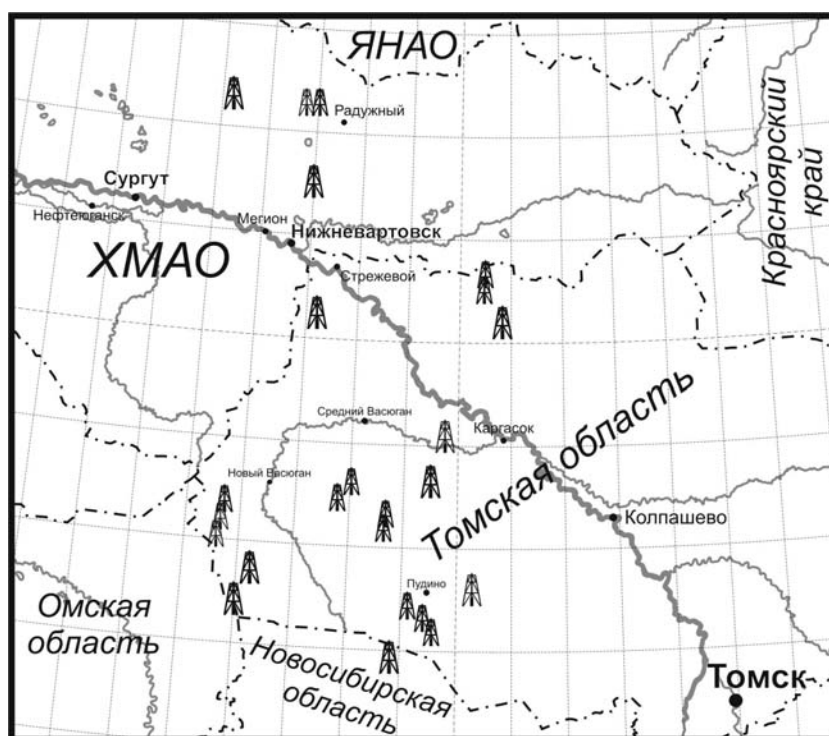


Рис. 1. Схема расположения скважин, вскрывших оксфордские отложения с септариевыми конкрециями

Приурочены септарии преимущественно к верхним частям васюганской и наунакской свит. Исходя из этого и согласно принятой стратиграфической схеме [1] стратиграфический интервал их распространения можно оценить как средний – верхний оксфорд. Площадь их распространения, по имеющимся данным, охватывает север Новосибирской, западную часть Томской областей и центральную часть Ханты-Мансийского автономного округа. В настоящее время наличие септариев в оксфордских отложениях было установлено в керне более 30 скважин, пробуренных на 25 площадях и месторождениях (рис. 1). Ранее рядом исследователей был сделан вывод о региональном распространении септариевых конкреций в кимериджских отложениях, детальное их изучение проведено в Юганском Приобье и Приуральской части Западной Сибири [2]. В оксфордских отложениях септариевые конкреции как самостоятельный объект до настоящего времени не выделялись.

С целью уточнения состава минералов септарий был выполнен петрографический анализ больших шлифов (площадью до 35 см²) с травлением на карбонатные минералы по методу Диксона и полуколичественный рентгенофазовый анализ. Для некоторых образцов проведена также сканирующая электронная микроскопия с рентгеноспектральным микроанализом.

Наиболее крупные септарии встречаются преимущественно среди глинистых отложений (в частности, фации изолированной и полуизолированной лагуны). Они имеют сферическую форму, до уплощенного овалоида, и часто фиксируются в керне в виде прослоев (толщиной 0.15–1.0 м) глинисто-известкового состава.



Рис. 2. Септариевая конкреция в глинистых отложениях изолированной лагуны

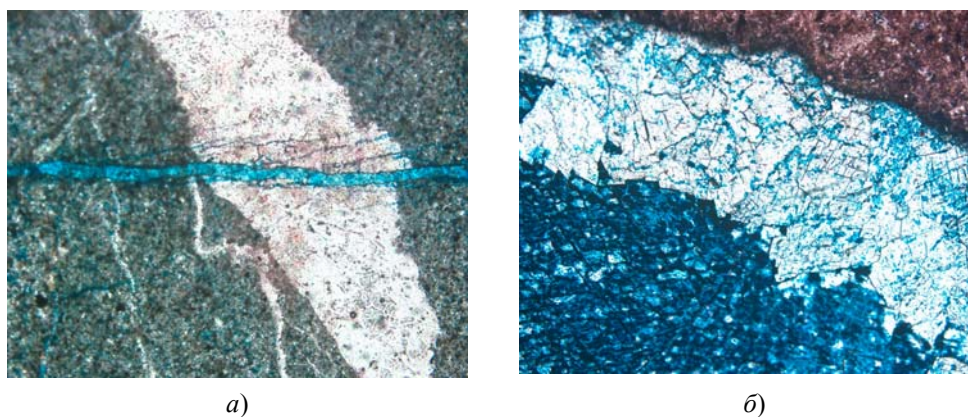


Рис. 3. Микрофотографии протравленных на карбонатные минералы шлифов септариевых конкреций глинистых пород (николи параллельны): *а* – кальцитовая пелитоморфная основная масса, в крупной трещине – кальцит, в тонкой – железистый кальцит; *б* – доломит в краевой части и железистый кальцит в центре трещины

Основная масса стяжений имеет преимущественно серый, часто в разной степени буроватый цвет. Текстура: собственно конкреционная – однородная, вторичная – замкнутые внутренние трещины (рис. 2).

Указанные септарии сложены тонкокристаллическим и пелитоморфным кальцитом и (или) железистым кальцитом (рис. 3, *а*). Характерно присутствие мелких скоплений скрытокристаллического и глобулярного пирита, реже – его мелких кубических кристаллов. Многочисленные крупные трещины, залеченные несколькими генерациями карбонатных минералов, зачастую образуют брекчиевидную текстуру. Обычно краевые части трещин отличаются крустификационным выполнением среднекристаллическим кальцитом, в центральных частях развит крупнокристаллический сильножелезистый кальцит (рис. 3, *б*). Оперяющие тонкие трещинки выполнены кальцитом. В редких случаях (около 15% изученных образцов) в трещинах встречен зональный доломит. Мелкокристаллический железистый кальцит выполняет также более поздние тонкие секущие

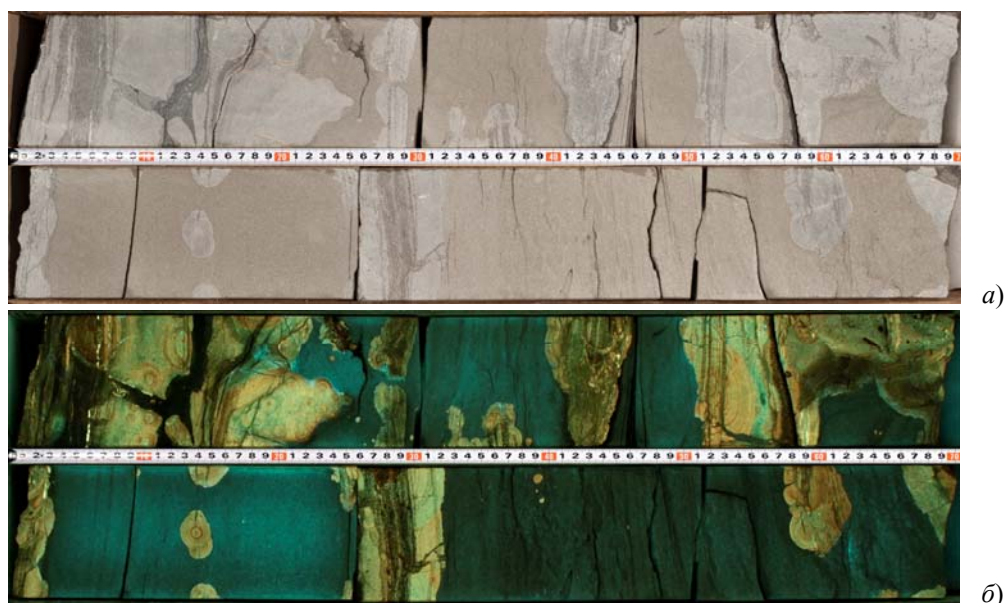


Рис. 4. Септариевые конкреции в песчаных отложениях предфронтальной зоны пляжа: *а* – фотоснимки при дневном освещении, *б* – фотоснимки в ультрафиолетовом свете

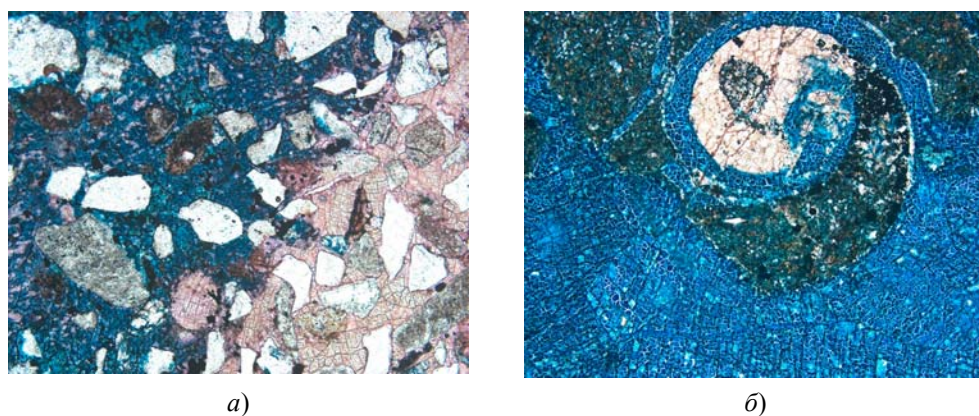


Рис. 5. Шлифы септариевых конкреций песчаных пород, протравленные на карбонатные минералы (николи параллельны): *а* – кальцит (розовый) и железистый кальцит (синий), формирующие пойкилитовый цемент; *б* – фрагмент раковины, частично выполненный кальцитом (розовый), в железистом кальците (синий)

трещины, которые обычно ориентированы субвертикально. Для этого кальцита в ряде случаев характерно также повышенное содержание марганца.

По классификации Я.Э. Юдовича [3] данные карбонатные (известковистые) образования относятся к собственно конкрециям, реже слабопородным конкрециям, индекс *Д* обычно составляет 80–100%.

Для септариев, встречаемых среди песчано-алевритовых пород (в частности, фации переходной и реже предфронтальной зоны пляжа), типичным является серый и светло-серый цвет, несколько меньший размер (до 0.55 м) и наличие унаследованных первичных текстурных признаков осадка (рис. 4, *а*). В некоторых скважинах фиксируются концентрическое строение конкреций и их многоядерность,

особенно заметная на фотоснимках в ультрафиолетовом свете (рис. 4, *a*). Форма их аналогична септариям глинистых пород – сферическая, до уплощенного овалоида. Вторичная текстура проявлена в виде системы замкнутых внутренних тангенциальных и радиальных трещин.

Карбонат конкрециеобразователя представлен кальцитом, иногда железисто-магнезильного или железистого состава и слагает мелко-, средне-мелкокристаллический цемент порово-базального, часто пойкилитового типа в количестве 30–50% (рис. 5, *a*). Часто в септариях отмечаются остатки раковин и раковинный детрит (рис. 5, *b*), вплоть до формирования биокластических известняков. Количество трещин значительно меньше, чем в септариевых конкрециях из глинистых пород, но их толщина и выполнение различны. Встречаются трещины как с одной, так и с двумя генерациями кальцита различной кристаллическости, зачастую крустификационного обрастания. В единичных случаях отмечен среднекристаллический доломит. Более поздние тонкие секущие трещины выполнены мелкокристаллическим железистым кальцитом. В участках пересечения их с ранними трещинами наблюдается формирование его зональных кристаллов.

Септарии в песчаниках и алевропесчаниках отнесены к класто-карбонатным (песчано-известковым) конкреционным телам и породным конкрециям.

Целенаправленный подход к рассмотрению конкрециеносных уровней в нефтегазоносных толщах в совокупности с результатами литолого-фациального анализа позволяет существенно уточнить геологические модели нефтяных месторождений. Рассмотрим пример использования результатов конкреционного анализа для месторождения X на юго-востоке Западной Сибири. Объектом разработки служат средне-верхнеоксфордские терригенные отложения (пласт Ю₁¹–Ю₁²) мощностью до 25 м, эффективной мощностью до 17 м. Детально были изучены 10 скважин с керном, вынос которого составил более 85%.

В ходе литолого-фациального анализа для средне-верхнеоксфордских отложений реконструированы следующие обстановки осадконакопления: изолированных и полуизолированных лагун, переходной и предфронтальной зон пляжа (табл. 1). Конкреции отмечены во всех перечисленных фациях. Установлено, что, несмотря на практически равную встречаемость в керне септариевых конкреций, линейный коэффициент конкрециеносности (K_k) сокращается по мере удаленности от берега – от 24% в глинистых отложениях изолированных лагун до 11% в песчаниках предфронтальной и переходной зон пляжа. В этом же направлении уменьшается доля кальцита как конкрециеобразователя с 90% до 30%.

Ранее в геологической модели месторождения такие карбонатные интервалы закладывались как известковистые прослои, непроницаемые для флюидов, скоррелированные в межскважинном пространстве по отсутствию проницаемости. На основании полученной оценки конкрециеносности песчаных коллекторов пласта Ю₁¹–Ю₁² (насыщение песчаных коллекторов септариевыми конкрециями диаметром 5–55 см – 11%) предложено рассматривать в геологической модели горизонт конкрециеносности как проницаемый объект для флюидов. Учитывая средние соотношения протяженности конкреций к промежуткам между ними, установленные для отложений аналогичных фаций [3], вертикальную проницаемость

Табл. 1

Характеристика конкрециенности отложений различных обстановок седиментации нефтяного месторождения X

Показатель	Обстановки осадконакопления		
	изолированная лагуна	полуизолированная лагуна	предфронтальная и переходная зоны пляжа
Встречаемость фаций в керне, ед.	0.8	0.9	1.0
K_k линейный, %	24	18	11
Встречаемость конкреций, ед.	0.5	0.6	0.6
Количество конкрециеобразователя, %	80–90	40–80	30–45

пласта целесообразно сократить на 20%, горизонтальную – на 50%. Обоснованность такого подхода к моделированию конкрециенных горизонтов в нефтяных залежах сможет подтвердить адаптация гидродинамической модели месторождения.

Таким образом, результаты выполненных исследований строения и состава специфических карбонатных образований (септариевых конкреций) позволяют предположить, что в оксфордских терригенных и глинистых отложениях такие объекты формировались на стадии раннего диагенеза преимущественно в осадках прибрежно- и мелководно-морского генезиса.

Формирование крупных извилистых трещин, замкнутых в конкрециях, вероятнее всего, происходило в результате синерезиса [4]. Частичное или полное их выполнение осуществлялось на более поздних этапах диагенеза и, вероятно, катагенеза. Представляется, что вещество для выполнения этих трещин было также седиментационно-диагенетическим, претерпевшим поэтапное дифференцированное перераспределение. Количество генераций выполнения трещин колеблется от одной до трех в зависимости от размера трещины, количества карбонатного вещества в растворе и условий кристаллизации. На начальных стадиях выполнения конкреций образовывался крустификационный кальцит, на более поздних этапах происходило увеличение степени кристалличности кальцита и его железистости к центру трещины. Реже в этих трещинах появляется доломит.

На данном этапе исследований существенных и закономерных изменений в составе септариевых конкреций не установлено, однако их схожесть и распространение в пределах определенного стратиграфического уровня позволяют использовать их в качестве реперных горизонтов для более обоснованного расчленения и корреляции разрезов. Есть все основания полагать, что дальнейший целенаправленный сбор материала и разностороннее изучение подобных образований дадут возможность применять полученные результаты в палеогеографических реконструкциях для расшифровки условий седиментации.

Применение результатов конкреционного анализа в нефтегазовой геологии призвано повысить достоверность геологических моделей и адекватность гидродинамических моделей месторождений углеводородов.

Summary

E.A. Zhukovskaya, L.G. Vakulenko, P.A. Yan. Septaria in Oxfordian Sediments of Western Siberia.

Abundant early diagenetic carbonate septaria were recognized in Oxfordian shallow-marine and transition-clastic sediments of Western Siberia. Large tortuous fissures inside the septarias most probably developed during syneresis, while calcite infilling occurred later during diagenesis and catagenesis. Stratigraphical importance of septaria horizons for detailed correlation and reservoir modeling is discussed.

Key words: Western Siberia, Oxfordian, oil reservoir, septaria, diagenesis.

Литература

1. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири, Новосибирск, 2003 г. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.
2. *Сидоренков А.И., Самошкин А.А., Высоцкий В.Н., Зобнин Ю.А.* Конкреционный анализ кимериджских отложений месторождения Большой Салым // Постседиментационное минералообразование в осадочных формациях. – Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1985. – С. 26–43.
3. Атлас конкреций // Труды ВСЕГЕИ. Нов. сер. – Л.: Недра, 1988. – Т. 340. – 323 с.
4. *Зарицкий П.В.* Конкреции и значение их изучения при решении вопросов угольной геологии и литологии. – Харьков: Вища шк., Изд-во при Харьк. ун-те, 1985. – 177 с.

Поступила в редакцию
14.11.11

Жуковская Елена Анатольевна – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий лабораторией седиментологии ОАО «ТомскНИПИнефть».

E-mail: ZhukovskayaEA@nipineft.tomsk.ru

Вакуленко Людмила Галерьевна – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск.

E-mail: VakulenkoLG@ipgg.nsc.ru

Ян Петр Александрович – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск.

E-mail: YanPA@ipgg.nsc.ru