



Углеродистые горизонты в верхнекимериджских отложениях северной части Ульяновско-Саратовского прогиба (Русская платформа): биостратиграфия, седиментология, геохимия

Щепетова Е.В., Рогов М.А.

Геологический институт РАН, Москва, Россия; shepetova.map@gmail.com, russianjurassic@gmail.com

Organic carbon-rich horizons in the Upper Kimmeridgian of the northern part of Ulyanovsk-Saratov trough (Russian Platform): biostratigraphy, sedimentology, geochemistry

Shchepetova E.V., Rogov M.A.

Geological Institute of RAS, Moscow, Russia

В верхнекимериджских отложениях морских палеобассейнов Северного полушария нередко встречаются горизонты с повышенным содержанием органического вещества (ОВ). В Кимериджских глинах Англии углеродистые отложения (6-18 % ТОС) присутствуют во всех трех зонах верхнего кимериджа (Morgans-Bell et al., 2001; Pearce et al., 2010 и др.). Прослой битуминозных глин (12-13 % ТОС) найден в верхнем кимеридже Приполярного Урала (Захаров и др., 2005). В верхнекимериджских отложениях Русской платформы (РП) нами также установлены углеродистые горизонты (16-17 % ТОС). Кратковременные события позднего кимериджа, связанные с накоплением ОВ, предварили масштабную и продолжительную аккумуляцию морских углеродистых осадков в волжское время. Для выяснения причин возникновения благоприятных для этого обстановок требуется реконструировать всю последовательность проявления подобных событий в позднеюрское время, включая позднекимериджские импульсы.

В северной части Ульяновско-Саратовского прогиба РП в позднем кимеридже накопилась мощная (55-60 м) толща карбонатно-глинистых осадков, разрез которой изучен нами в обрывах правого берега р. Волги от д. Городищи (Ульяновская область) до д. Большие Тарханы (юго-западный Татарстан). Изолированные выходы верхнекимериджских сланцев наблюдались также возле д. Хвадукасы (Чувашия).

Верхняя часть разреза (~18 м) вскрывается у д. Городищи (Rogov et al., 2006). Углеродистый горизонт (16 % ТОС) залегает в низах обнажения (рис. 1а),

над пачкой светлых голубовато-серых глинистых известняков (видимая мощн. 1,5 м), принадлежащей средней части (~23 м) разреза верхнего кимериджа (зона Eudoxus, подзона Yo, биогоризонт *sevogodense*). Кровля этой пачки представляет собой неровную поверхность подводного размыва, подчеркнутую двумя рядами пиритизированных и фосфатизированных раковин аммонитов. Над размывом залегает пласт темных пород (0,7 м), в середине которого прослеживается слой (0,05–0,12 м) темно-коричневых горючих сланцев, местами переработанный ходами илоедов. Выше залегает толща (~15 м) циклично построенных терминальной части зоны Eudoxus (биогоризонт *anglicum*) и зоны *Autissiodorensis* (Rogov, 2010). Цикличность выражена в чередовании светлых монотонных и более темных слоистых пачек (2-5 м), различающихся по содержанию биогенного карбонатного материала в глинистых породах. Внутри слоистых пачек часто присутствуют очень темные глины, однако C_{org} в них не превышает 3-3,5 %.

Средняя часть (~23 м) разреза верхнего кимериджа (зона Eudoxus) была изучена нами в разрезе «Дубки» (см. рис. 1, а), расположенном в нескольких километрах выше по течению р. Волги от разреза «Городищи» (Рогов, Щепетова, 2011). Она сложена тонкодисперсными и высококарбонатными – «пелагическими» разностями глинистых пород с крайне низким (<1 %) содержанием C_{org} .

Нижняя часть (~15 м) разреза верхнего кимериджа до настоящего времени оставалась наименее изученной. Новые данные о ее строении, биострати-

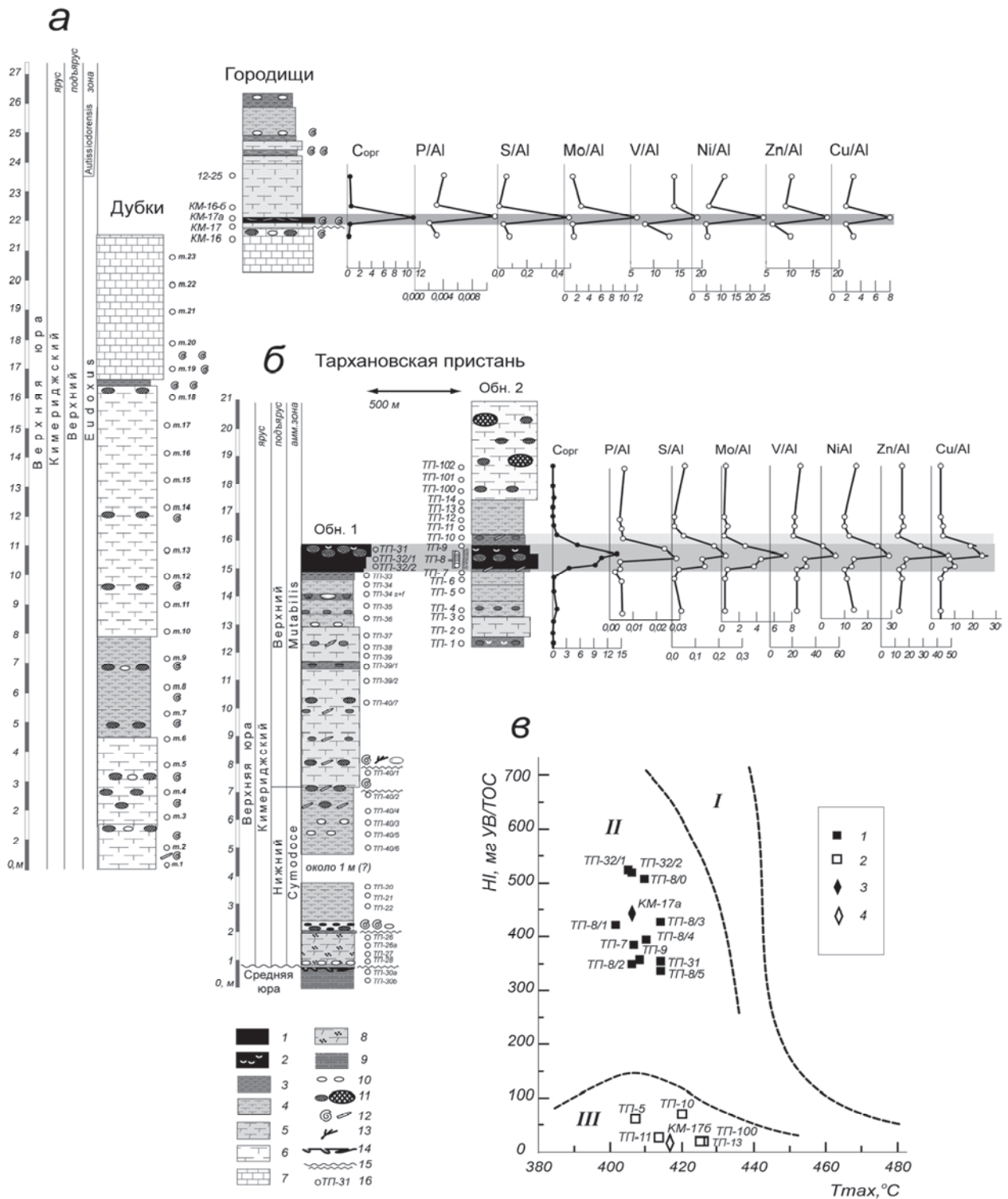


Рис. 1. Разрез верхнего киммериджа северной части Ульяновско-Саратовского прогиба, распределение в отложениях некоторых химических элементов и пиролитических (Rock-Eval) параметров: а – средняя часть (Дубки) и фрагмент верхней части (Городище) разреза; б - нижняя часть разреза (Тархановская пристань): 1 – сланцы углеродистые; 2 – раковины бентосных моллюсков в сланцах; 3 – глины с повышенным $C_{орг}$ (до 3-3,5 %); 4–6 – глины известковистые с разным содержанием биогенного $CaCO_3$; 7- известняки глинистые пелитоморфные; 8 - мергели глауконитсодержащие; 9 – глины бескарбонатные алевролитистые; 10 – фосфоритовые конкреции; 11 – пиритовые конкреции; 12 – аммониты, белемниты; 13 – остатки обугленной древесины; 14 – softground; 15 – перерывы, размывы; 16 – отбор образцов; в – пиролитические параметры и типы керогена на диаграмме Ван-Кревелена: 1-2 отложения верхней части разреза (1– углеродистые сланцы; 2 – глины); 3-4 отложения нижней части разреза (3– сланцы; 4 – глины).

графии и литолого-геохимических особенностях получены нами в результате исследований разреза «Тархановская пристань» в 2011 году (см. рис. 16). Кимериджские отложения здесь с глубоким размывом залегают на толще темных зеленовато-серых алевролитовых глин, предположительно датированных поздним байосом (Костылева, Митта, 2011) или, возможно, батом. На неровной поверхности размыва сконцентрирован разнородный грубозернистый материал: окатанные фрагменты фосфатизированных аммонитов (1-3 см), угловатые обломки темных фосфоритов гравийной и песчаной размерности, глобулярный глауконит и железистые оолиты (до 1-2 мм), мелкие фрагменты разрушения подводной железистой корки, раковинный детрит. Обломочные компоненты сцементированы известковым (42-45 % CaCO_3) глинистым материалом с примесью тонкодисперсного глауконита. Над конгломератовидным слоем залегает пачка светлых глауконитсодержащих мергелей (1,3 м), в кровле которых присутствует поверхность перерыва, подчеркнутая скоплением не крупных желтых стяжений, выполненных гидроксидами железа (аммониты?) и маломощным (до 5 см) пластовым фосфоритом. Присутствие бореальных, суббореальных и средиземноморских аммонитов *Crussoliceras* spp., *Rasenioides* spp., *Amoebites* cf. *modestum* (Mesezhn. et Romm) в этих терминальных грубозернистых отложениях, позволяет относить их к нижнему кимериджу – зоне *Divisum* средиземноморской последовательности, верхней части суббореальной зоны *Cymodoce* (примерно отвечающей горизонту *dissoides*) и подзоне *Kitchini* одноименной зоны бореальной шкалы кимериджа.

Над поверхностью перерыва залегает толща карбонатно-глинистых отложений (видимая мощн. ~12 м) с характерным для разреза верхнего кимериджа циклическим строением. В этом разрезе так же, как в изученных ранее, наблюдается чередование светлых и более темных пачек глинистых пород, различающихся по содержанию планктоногенного карбонатного материала. Две светлые пачки (4-5 м) сложены голубовато-серыми относительно высоко известковистыми глинами (23-40 % CaCO_3), нацело биотурбированными, без признаков слоистости, тогда как две более темные пачки (2-3 м) – глинами, с более низким содержанием CaCO_3 (8-15 %), менее интенсивно биотурбированными, сланцеватыми. Петрографические данные свидетельствуют о значительном количестве рассеянного алевроитового и песчаного материала в обеих разновидностях глинистых пород.

О присутствии слоя (0,5 м) углеродистых сланцев (15 % ТОС) в нижней части кимериджских отложений известно из работы П. Анцперга с соавторами (Hantzpergue et al., 1998), в которой этот слой

был отнесен к нижнему кимериджу. Сходный по содержанию $\text{C}_{\text{орг}}$ (до 17-18% ТОС) горизонт, но более мощный (1,0-1,1 м) прослеживается на расстоянии около 0,5 км в двух обнажениях, расположенных выше по течению р. Волги от разреза Мимеи, в котором углеродистые сланцы первоначально были установлены. Биостратиграфический возраст горизонта был определен по находкам аммонитов *Aulacostephanoides* sp., встречающихся вместе с микроконхами кардиоцератид и *Aspidoceras* sp. indet. в углеродистых сланцах и в залегающих под ними (3 м) глинистых породах. Это позволяет относить его к подзоне *Mutabilis* одноименной зоны суббореальной шкалы верхнего кимериджа. Глинистые породы, перекрывающие углеродистый горизонт, отнесены к подзоне *Lallierianum* зоны *Mutabilis* по находкам *Orthaspidoceras liparum* (Oppel) and *O. lallierianum* (d'Orb.) в этой части разреза.

Изученный нами углеродистый горизонт залегает внутри пачки относительно более темных сланцеватых глин и отчетливо выделяется в верхней части обнажения по своей темной окраске. На подстилающих глинах ($\text{C}_{\text{орг}}$ 0,77-3,0 %) углеродистые сланцы залегают по резкой горизонтальной границе, в нижних 5 см углеродистого слоя $\text{C}_{\text{орг}}$ достигает 9,3%. Углеродистый горизонт неоднороден по строению и распределению $\text{C}_{\text{орг}}$ (5,6-13,7 %): нижняя часть (0,30 м) сложена темно-бурыми, практически бескарбонатными сланцами, остатки фауны в них не найдены; верхняя часть представлена известковистыми сланцами (12-15 % CaCO_3), которые заметно обогащены остатками известкового наннопланктона. На поверхностях напластования в них рассеяны редкие мелкие раковинки *Meleagrinnella*, встречаются остатки ходов *Planolites*. Нижняя часть горизонта отделяется от верхней части пластом (0,2 м), ограниченным снизу и сверху горизонтами конденсации с рострами белемнитов и пиритовыми стяжениями, образовавшимися по аммонитам (10–15 см). К этому пласту, накапливавшемуся, вероятно, при некотором замедлении седиментации, приурочены сланцы с наиболее высокой концентрацией ОВ ($\text{C}_{\text{орг}}$ 9,8-13,7 %).

Литологические особенности и петрографический состав ОВ углеродистых сланцев из верхней и нижней частей разреза верхнего кимериджа различаются. Сланцы зоны *Eudoxus* (верхняя часть разреза) имеют «пелагический» облик, характеризуются тонкодисперсным глинистым матриком, существенно обогащены остатками известкового наннопланктона. ОВ в них довольно однородное и представлено удлиненными тонкими пленками коллоальгинита однообразной темно-желтой окраски. Пленки располагаются в матрике довольно плотно, ориентированы горизонтально и формируют отчетливую тонколаминированную текстуру, лишенную признаков

синседиментационной биотурбации. Редкие остатки фауны в сланцах представлены раковинками агглютинирующих фораминифер и биогенным фосфатным детритом. Накопление углеродистых осадков происходило, вероятно, в обстановке с дефицитом кислорода.

Сланцы зоны *Mutabilis* (нижняя часть разреза) проявляют признаки более мелководных образований, формировавшихся ближе к палеоберегу, в менее стабильной седиментационной и геохимической обстановке. Они характеризуются заметным количеством примеси алевритового и песчаного материала, состав ОВ, по сравнению со сланцами зоны *Eudoxus*, менее однородный. В них доминирует коллоальгинит, но его частички окрашены в разные оттенки желтого, оранжевого и коричневого цветов, не выдержаны по форме и размерности, горизонтальная ориентация часто нарушена биотурбацией. Помимо коллоальгинита в составе ОВ сланцев зоны *Mutabilis* в заметном количестве присутствуют мелкий фитодетрит (не менее 10 %), а также специфические биоморфные образования – тонкие (доли мм) светло-желтые пленки, не поддающиеся таксономическим определениям, которые были отнесены к ламальгиниту (до 10 %).

Несмотря на различный состав ОВ, *величины водородного индекса* в углеродистых сланцах из верхней и нижней частей разреза, по данным пиролиза (см. **рис. 1в**) близкие (HI =412-436 и 354-524) и свидетельствуют о преимущественно морском происхождении ОВ (кероген II типа), источником которого служила, в основном, биомасса морского планктона. По величинам *Tmax* (401-424°C) можно судить о низкой степени их термической зрелости, геохимические параметры ОВ были сформированы, в основном, на стадиях седиментации и диагенеза. Помимо S_{org} , в сланцах, по сравнению с фоновым уровнем (в глинах), концентрируется ряд химических элементов – P, S, Mo, V, Cr, Ni, Zn, Cu, (рис. 1, а и б). Наиболее высокое содержание, более чем в 5-10 раз превышающее кларковый уровень, характерно для S и Mo, концентрации остальных элементов в сланцах в 2-3 раза выше среднего содержания этих элементов во вмещающих породах.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-05-00380 и 12-05-01138.

Литература

- Захаров В.А., Боден Ф., Дзюба О.С. и др. Изотопные и палеоэкологические свидетельства высоких палеотемператур в кимеридже Приполярного Урала // Геол. и геофизика. 2005. № 1. С. 3-20.
- Костылева В.В., Митта В.В. Стратиграфия и обстановки осадконакопления средней юры в урочище Тархановская пристань, Татарстан // Материалы V Всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» / Под ред. Захарова В.А., Рогова М.А., Ипполитова А.П. СПб: «Издательство «Лема», 2011. С. 117-119.
- Рогов М.А., Щепетова Е.В. Новые данные о седиментологии и биостратиграфии зоны *Eudoxus* верхнего кимериджа на границе Ульяновской области и Татарстана // Материалы V Всероссийского совещания «Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии» / Под ред. Захарова В.А., Рогова М.А., Ипполитова А.П. СПб: «Издательство «Лема», 2011. С. 186-189.
- Hantzpergue P., Baudin F., Mitta V. et al. The Upper Jurassic of the Volga basin: ammonite biostratigraphy and occurrence of organic-carbon rich facies. Correlations between boreal-subboreal and submediterranean provinces // Crasquin-Soleau S., Barrier E. (eds). Peri-Tethys Memoir 4: epicratonic basins of Peri-Tethyan platforms. Mém. Mus. Nat.. Hist. nat., 1998. T. 179. P. 9-33.
- Morgans-Bell H.S., Coe A.L., Hesselbo S.P. et al. Integrated stratigraphy of the Kimmeridge Clay Formation (Upper Jurassic) based on exposures and boreholes in south Dorset, UK // Geol. Magazine. 2001. V.138. P. 511-539.
- Pearce C.R., Coe A.L., Cohen A.S. Seawater redox- variations during the deposition of the Kimmeridge Clay Formation, United Kingdom (Upper Jurassic): Evidence from molybdenum isotopes and trace metal ratios // Paleoceanography. 2010. V. 25. PA4213.
- Rogov M., Shchepetova E., Ustinova M. et al. A multi-proxy study of the Kimmeridgian/Volgian boundary beds in the Gorodischi section (Middle Volga area, Russia), the lectostratotype of the Volgian Stage // Volum. Jurassica. 2006. V.5. P.208-210.