

Tu B 03

Features in the Sedimentation and Organic Geochemistry of the Lower Toarcian Clays in Northern Eastern Siberia

E.A. Fursenko* (IPGG SB RAS, NSU), B.L. Nikitenko (IPGG SB RAS, NSU) & V.G. Knyazev (IGANM SB RAS)

SUMMARY

Recently the interest is increasing to the Arctic region, which are regarded as the areas with significant hydrocarbon resources. So the important task is the comprehensive geological and geochemical studies in the Arctic to identify enriched dispersed organic matter, a potentially oil source strata. As is well known the crisis events in the biosphere (eg T-OAE) are most favorable for the formation of such sequences. It has been shown that T-OAE had a significant impact to features on Pliensbachian - Toarcian clay strata exposed in outcrops Kelimyar River (the Olenek river district, Eastern Siberia).

Введение

В последнее время растет интерес к арктическим регионам, которые рассматриваются в качестве территорий со значительными ресурсами углеводородного сырья. В связи с этим важной задачей являются комплексные геолого-геохимические исследования Арктики с целью выявления обогащенных рассеянным органическим веществом (РОВ) потенциально нефтематеринских толщ, для накопления которых, как известно, наиболее благоприятны кризисные события в биосфере - массовое вымирание морской биоты и наземных экосистем, сопровождающееся резким снижением содержания кислорода в водах осадочных бассейнов, широким развитием стагнационных обстановок. Одним из таких кризисов считается тоарское аноксидное океаническое событие (Т-ОАЕ) (Cohen et al., 2004; Jenkyns et al., 2002; Röhl et al., 2007 и др.). В работе показано, что Т-ОАЕ оказало значительное влияние на особенности плинсбах-тоарских глинистых толщ, вскрытых в обнажениях р. Келимяр (бассейн р. Оленек, Восточная Сибирь). Эти толщи являются эталонным объектом для решения вопросов о латеральной протяженности Т-ОАЕ, синхронности геохимических и изотопных перестроек.

Литостратиграфия и органическая геохимия исследованных разрезов

Глинистые отложения плинсбаха-тоара из естественных выходов р. Келимяр (рис. 1) исследованы комплексом биостратиграфических (макро-, микрофоссилии, палиноморфы), литостратиграфических и геохимических (органическое вещество) методов.

Верхний плинсбах разреза сложен алевритистыми глинами кыринской свиты. Выше залегают толщи тоара (курунгская подсвита келимярской свиты): очень резко (с размывом) или с постепенным переходом в основании на границе плинсбах\тоар. Нижний тоар представлен серыми до черных, листоватыми глинами с линзами и прослоями сапропелитов. В основании обычно наблюдается прослой (до 20-30 см) черных листоватых сапропелитовых глин. В других случаях, в основании тоара наблюдается переходный прослой около 10 см листоватых серых глин с тонкими редкими протяженными линзами черных сапропелитовых глин толщиной 1-3 см. Верхи курунгской подсвиты – это темно-серые, до черных, сланцеватые глины с редкими сапропелитовыми пропластками. Вышележащая часть келимярской свиты, (мунгурдахская подсвита) представлена глинами темно-серыми до черных, иногда слацеватоподобными, местами слабоалевритистыми.

В исследованном разрезе обнаружены аммониты практически всех зон верхов плинсбаха и низов тоара. Однако находки аммонитов спорадичны и не имеют смыкаемых границ. Наблюдаются богатые и таксономически разнообразные ассоциации фораминифер, среди которых выявлены таксоны-мигранты широкого географического распространения, позволяющие осуществлять межрегиональные и глобальные корреляции. Комплексный анализ распределения микрофоссилий и аммонитов позволил обосновать положение уровней границ аммонитовых зон. На основе анализа распределения микрофауны установлено отсутствие стратиграфического перерыва между кыринской и низами келимярской свит и обоснован непрерывный стратиграфический разрез пограничных слоёв плинсбаха и тоара и оба подъяруса последнего, что вносит существенные коррективы в стратиграфическую схему района. Уточнен объем высокоуглеродистой курунгской подсвиты келимярской свиты в пределах низов нижнего тоара, соответствующей китербютскому горизонту Западной Сибири, тогда как ранее полагалось, что эта толща соответствует верхнему тоару-аалену (Решения..., 1981) или же варьировала от нижней части нижнего тоара до границы с верхним тоаром (Шурыгин и др., 2000).

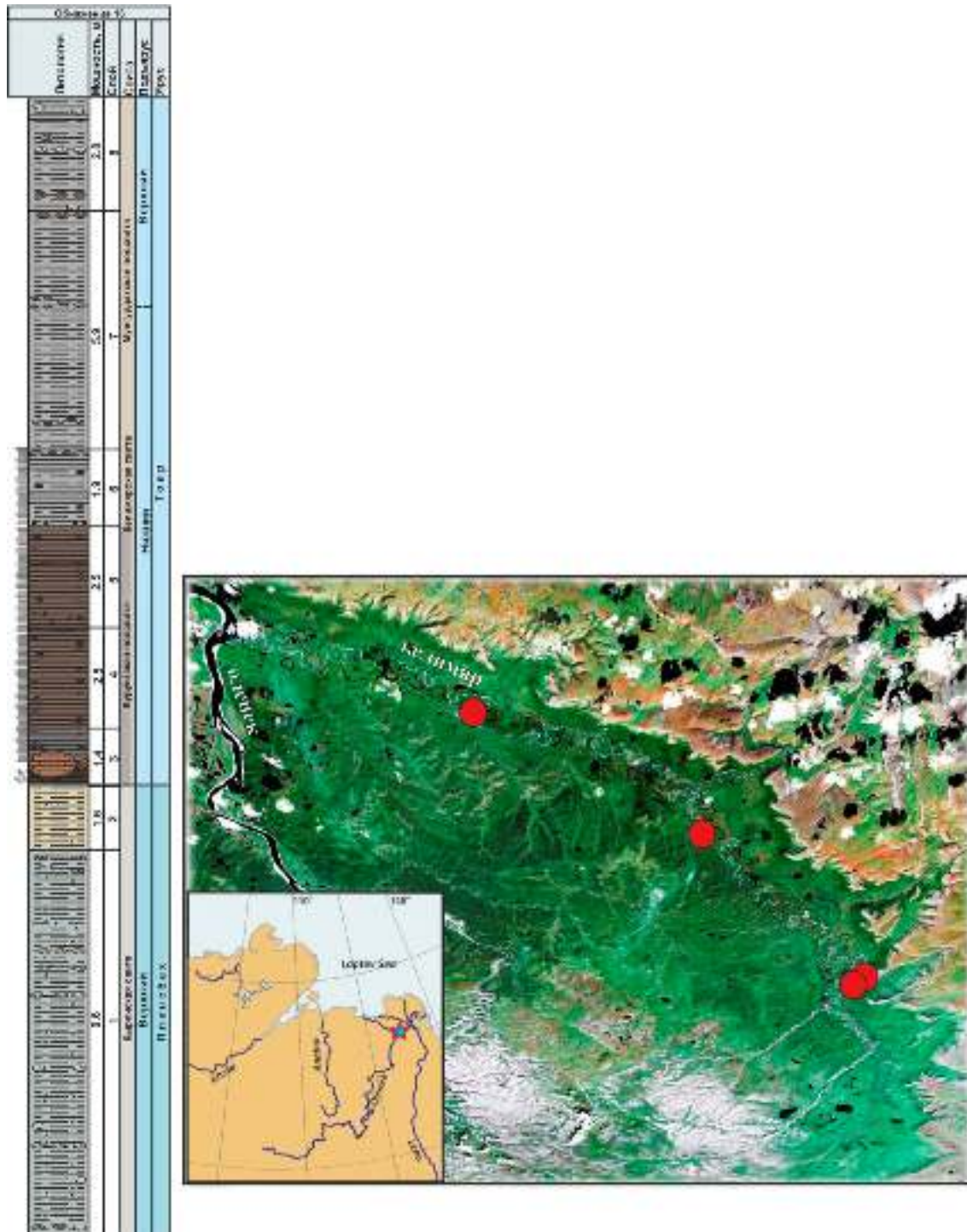


Рисунок 1 Литостратиграфия и расположение исследованных нижнеюрских разрезов р. Келимяр.

В исследованных разрезах изучено распределение (C_{org}) и геохимия РОВ (пиролитические характеристики (H_I , T_{max}), распределение и состав битумоидов, $\delta^{13}C_{org}$). Высокими содержаниями C_{org} (в среднем 2,20 %) характеризуются нижнетюрские сапропелитовые глины курунгской подбиты. Курунгские глины, согласно пиролитической информации ($H_I > 150$ мг УВ/г C_{org}) и высоким значениям C_{org} , обладают нефтегазогенерационным потенциалом от умеренного до высокого (Лопатин, Емец, 1987; Тиссо, Вельте, 1981; Peters et al., 2007). В выше- и нижележащих породах концентрации C_{org} сопоставимы с кларковыми, а высокие значения H_I фиксируются в единичных прослоях. Возрастающие от плинсбаха к тоару

значения $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ сочетаются с отрицательным сдвигом кривой $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ (от -26,6 ‰ для кыринской свиты до -28,3 и -28,8 ‰ для курунградской и мунгурдахской подсвит, соответственно). В низах курунградской подсвиты отрицательный сдвиг $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ наиболее ярко выражен и составляет 6 ‰, он наблюдается с границы зон *antiquum-falciferum* и достигает минимума (-32 ‰) в низах зоны *falciferum* (совместно с аммонитами *Harpoceras exaratum*) (Suan, 2011). Резкое снижение $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ сопровождается ростом значений $\text{C}_{\text{орг}}$. Такие изменения $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ показывают, что во время раннетюарской трансгрессии в осадок поступало и захоронялось больше липидных компонентов морского фито- и зоопланктона, чем в плинсбахе и в конце тоара, в которых, как известно (Конторович и др., 1986; Peters et al., 2007), значения $\delta^{13}\text{C}$ ниже по сравнению с другими биополимерами (например, лигнин).

Об аквагенном гумусово-сапропелевом генезисе исследованного РОВ свидетельствует распределение углеводов (УВ)-биомаркеров (низкие отношения пристан/ фитан (< 2,00); низкие значения трициклового индекса ($I_{\text{TC}} < 1,00$); высокие значения отношения гопаны/ гомогопаны (> 2,00), но смещенные в высокомолекулярную область максимумы концентрации *n*-алканов (C_{21} , C_{23} , C_{25} , C_{27}); отношения стеранов $\text{C}_{29}/\text{C}_{27} > 1,00$) (Тиссо, Вельте, 1981; Петров, 1984; Конторович и др., 1986; Peters et al., 2007 и др.). Сравнительный анализ УВ параметров показывает, что в составе РОВ курунградской подсвиты террагенная примесь существенно меньше, чем в РОВ вышележащей мунгурдахской подсвиты и подстилающей кыринской свиты. РОВ низов тоара, согласно информации по УВ составу битумоидов, меньше окислено в диагенезе (повышены гопаны/ моретаны и гопаны $\text{C}_{35}/$ гопаны C_{34} ; ниже концентрации прегнанов). Кроме того, ОВ курунградской подсвиты характеризуется повышенными отношениями пристан/*n*- C_{17} и фитан/*n*- C_{18} и пониженными - *n*-алканы/ ациклические изопренаны, что свидетельствует о более значительном вкладе бактериогенного ОВ и застойных условиях накопления РОВ.

Выводы

Полученные седиментологические, палеонтологические и геохимические свидетельства позволяют считать, что нижнетюарская глинистая высокоуглеродистая курунградская подсвита формировалась на пологом склоне дна открытого моря (преимущественно внешняя зона верхней – внутренняя часть средней сублиторали) в условиях вертикальной ундуляции зеркала вод. Упорядоченное чередование слоёв сапропелевых бесструктурных и сланцевых глинистых разностей пород, повышение разнообразия раковин, уменьшение в составе РОВ террагенных компонентов свидетельствуют об удалении и углублении дна осадочного бассейна. Захоронение остатков водорослевой органики, по-видимому, носило площадной характер. Прослой высокоуглеродистых сланцеватых глин, содержащих многочисленные органические остатки, информация по составу битумоидов РОВ свидетельствуют о периодической смене режима осадконакопления, о восстановительной среде уже в верхней части осадка, значительных пищевых ресурсах акватории и низкой скорости осадконакопления.

В целом, седиментологические и палеонтологические исследования указывают на исключительно теплый климат в течении Т-ОАЕ и снижение температуры по его окончанию. О синхронности и глобальности Т-ОАЕ свидетельствуют исследования массового вымирания беспозвоночных в начале тоара от Арктики до Тетических бассейнов (Никитенко, 2009; Nikitenko, Shurygin, 1994; Little, Benton, 1995; Nikitenko, Mickey, 2004; 13 и др.). Массовое вымирание биоты в нижней юре в Арктике сопровождалось потеплением климата, глобальной трансгрессией, ландшафтными перестройками (выполаживанием дна бассейнов) и совпадает с уровнем вымирания морских организмов в низкоширотных (суббореальных и тетических) бассейнах, что хорошо прослеживается по резкому падению значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$. Такие условия способствовали высокой биопродуктивности нижнетюарских осадочных бассейнов (в том числе и на севере Восточной Сибири), высоким темпам накопления значительных масс РОВ в благоприятных для сохранения нефтегазогенерационного потенциала стагнационных субокислительных и восстановительных условиях, что подтверждается информацией по распределению и составу РОВ.

Список литературы

- Конторович, А.Э., Верховская, Н.А., Тимошина, И.Д., Фомичев, А.С. [1986] Изотопный состав углерода рассеянного органического вещества и битумоидов и некоторые спорные вопросы теории образования нефти. *Геология и геофизика*, **5**, 3-13.
- Конторович А.Э., Бахтуров С.Ф., Башарин А.К., Беляев С.Ю., Бурштейн Л.М., Конторович А.А., Кринин В.А., Ларичев А.И., Ли Году, Меленевский В.Н., Тимошина И.Д., Фрадкин Г.С., Хоменко А.В. [1999] Разновозрастные очаги нефтидообразования и нефтидонакопления на Северо-Азиатском кратоне. *Геология и геофизика*, **40**, 1676-1693.
- Лопатин Н.В., Емец Т.П. [1987] *Пиролиз в нефтегазовой геохимии*. Наука, Москва.
- Никитенко Б.Л. [2009] *Стратиграфия, палеобиогеография и биофацции юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды)*. Параллель, Новосибирск.
- Петров, А.А. [1984] *Углеводороды нефти*. Наука, Москва.
- Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири*. [1981] Новосибирск.
- Тиссо, Б., Вельте, Д. [1981] Образование и распространение нефти. Мир, Москва.
- Шурыгин Б.Н., Никитенко Б.Л., Девятов В.П., Ильина В.И., Меледина С.В., Гайдебурова Е.А., Дзюба О.С., Казаков А.М., Могучева Н.К. [2000] *Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система*. Изд-во СО РАН, филиал "Гео", Новосибирск.
- Cohen, A.S., Coe, A.L., Harding, S.M. and Schwark, L. [2004] Osmium isotope evidence for the regulation of atmospheric CO₂ by continental weathering. *Geology*, **32**, 157-160.
- Jenkyns H.C., Jones C.E., Gröcke D.R., Hesselbo S.P. and Parkinson.N. [2002] Chemostratigraphy of the Jurassic System: applications, limitations and implications for palaeoceanography. *J. Geol. Soc*, **159**, 351-378.
- Little, C.T.S. and Benton, M.J. [1995] Early Jurassic mass extinction: a global long-term event. *Geology*, **23**, 495-498.
- Nikitenko, B.L. and Mickey, M.B. [2004] Foraminifera and ostracodes across the Pliensbachian-Toarcian boundary in the Arctic Realm. *Geological Society, London, Special Publications*, **230**, 137-173.
- Nikitenko, B.L. and Shurygin, B.N. [1994] Lower Toarcian black shales and Pliensbachian-Toarcian crisis of the biota of Siberian paleoseas. In: *Proceeding International Conference on Arctic Margins, Anchorage Alaska*. U.S. Department of the Interior Minerals Management Service Alaska Outer Continental Shelf Region, Anchorage, USA, 39-45.
- Peters, K.E., Walters, C.C. and Moldovan, J.M. [2007] *The biomarker guide. 2nd ed.* Cambridge University Press, New York.
- Röhl, H.J., Schmid-Röhl, A., Oschmann, W., Frimmel, A. and Schwark, L. [2001] The Posidonia Shale (Lower Toarcian) of SW-Germany: an oxygen-depleted ecosystem controlled by sea level and palaeoclimate. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol*, **165**, 27-52.
- Suan, G., Nikitenko, B.L., Rogov, M.A., Baudin, F., Spangenberg, J.E., Knyazev, V.G., Glinskikh, L.A., Goryacheva, A.A., Adatte, T., Riding, J.B., Föllmi, K.B., Pittet, B., Mattioli, E. and Lécuyer, C. [2011] Polar record of Early Jurassic massive carbon injection. *Earth and Planetary Science Letters*, **312**, 102-113.