

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ (ЛИТОЛОГИЯ, БИОФАЦИИ, ГЕОХИМИЯ)  
ПОГРАНИЧНОГО ИНТЕРВАЛА ПЛИНСБАХА-ТОАРА СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ  
(БАССЕЙН Р. КЕЛИМЯР)**

***Анастасия Игоревна Радевич***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, инженер лаборатории микропалеонтологии; Новосибирский государственный университет, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, студент, тел. (383)335-64-28, e-mail: RadevichAI@ipgg.sbras.ru

***Лариса Александровна Глинских***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: GlinskihLA@ipgg.sbras.ru

***Борис Леонидович Никитенко***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, доктор геолого-минералогических наук, зав. лабораторией микропалеонтологии, тел. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

***Владимир Павлович Девятков***

Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный пр., 67, доктор геолого-минералогических наук, зав. лабораторией геологии и нефтегазоносности мезозоя, тел. (383) 221-49-65, e-mail: dvp@sniiggims.ru

Дается краткий анализ результатов комплексных исследований (литологических, микропалеонтологических, геохимических) пограничного интервала плинсбах-тоара севера Средней Сибири (басс. р. Келимьяр). Реконструированы палеообстановки плинсбахско-тоарского бассейна.

**Ключевые слова:** плинсбах, тоар, фораминиферовые ассоциации, палеообстановки, север Средней Сибири.

**COMPREHENSIVE ANALYSIS (LITHOLOGY, BIOFACIES, GEOCHEMISTRY)  
OF THE PLIENSBACHIAN-TOARCIC BOUNDARY INTERVAL,  
NORTH MIDDLE SIBERIA (KELIMYAR RIVER)**

***Anastasiya I. Radevich***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Engineer Laboratory of the Micropaleontology; Novosibirsk State University, 630090, Russia, Novosibirsk, 2 Pirogova St., Student, tel. (383)335-64-28, e-mail: RadevichAI@ipgg.sbras.ru

***Larisa A. Glinskikh***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Senior Research Scientist, Laboratory of the Micropaleontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: GlinskihLA@ipgg.sbras.ru

***Boris L. Nikitenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptyug Prospect, D. Sc., Head of the Laboratory of Micropalaeontology, tel. (383)335-64-28, e-mail: NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

***Vladimir P. Devyatov***

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, 630091, Russia, Novosibirsk, 67 Krasny Prospect, D. Sc., Head of Laboratory of the Geology and Petroleum of Mesozoic, tel. (383)221-49-65, e-mail: dvp@sniiggims.ru

A brief analysis of the results of comprehensive studies (lithological, micropaleontological, geochemical) of the Pliensbachian/Toarcian boundary interval in north of Middle Siberia (Kelimyar River) is given. The palaeoenvironmental reconstructions for the Pliensbachian-Toarcian basin were proposed.

**Key words:** Pliensbachian, Toarcian, foraminiferal association, palaeoenvironments, North of the Middle Siberia.

Для реконструкции условий формирования толщ, обогащенных органическим веществом, которые часто являются нефтематеринскими, необходимо проведение их комплексных литолого-геохимических и биофациальных исследований.

Анализ литологического состава и особенностей строения толщ пограничного интервала плинсбаха/тоара в районе р. Келимяр показал резкую смену палеообстановок в конце плинсбаха и начале тоара. Изучение особенностей распределения фораминиферовых ассоциаций позволило провести биофациальную реконструкцию разреза. Геохимические методы исследования глинистой фракции (<0.002 мм) были использованы для определения относительной солености древних водоемов, окислительно-восстановительного потенциала (Eh) среды осадконакопления, удаленности от береговой линии, кислотности среды выветривания в областях питания. Были проведены различные анализы для определения содержаний элементов и их соединений (Mn, V, Ba, Sr, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O и др.). Кроме того, во всех образцах определялось содержание различных форм железа (Fe<sub>пир</sub>, Fe<sub>зак</sub>, Fe<sub>ок</sub>, Fe<sub>обл</sub>, Fe<sub>вал</sub>).

Нижняя часть вскрытого разреза верхнего плинсбаха (кыринская свита, слой 1, мощность 9.6 м) представлена алевроитами глинистыми темно-серыми, зеленоватыми, неравноплитчатыми, плотными, массивными, участками неясно линзовиднослоистыми с желвачками пирита, рассеянной галькой, гравием, валунами изверженных пород. В основании – с линзами алевролитов зеленовато-серых известковистых. В толще найдены остатки двустворок, гастропод, серпул. Верхи верхнего плинсбаха (кыринская свита, слой 2, мощность 1.6 м) в разрезе сложены глинами алевролитистыми, с поверхности – желтовато-серыми, на склоне – темно-серыми, голубоватыми, с редкой галькой.

В нижней части слоя 1 в ориктоценозах микробентоса преобладают представители рода Trochammina. Известковые формы немногочисленны, но таксономически разнообразны и представлены Conorboides, Dentalina, Lenticulina,

*Ichtyolaria*, *Nodosaria*, *Pygulinoides* и др. Ассоциации такого типа характерны для умеренно-глубоководной приближенной к берегу зоны моря (Пб) [5]. В верхней части слоя 1 ассоциации фораминифер состоят в основном из агглютинирующих форм. Доминантом остается *Trochammina*, многочисленны *Hypertammina*, *Ammodiscus*, из известковых встречены редкие *Nodosaria*, что указывает на то, что отложения этой части разреза формировались в обстановках мелкоководной, удаленной от берега, зоны моря (Ша) [5]. О мелкоководном характере седиментогенеза свидетельствуют находки валунов, гальки и гравия. В ориктоценозах слоя 2 появляются и становятся многочисленными фораминиферы рода *Recurvoides*. В верхней части слоя обильны представители «примитивных» родов *Ammodiscus*, *Hypertammina*. Раковины агглютинирующих фораминифер грубозернистые. Подобного типа ассоциации характерны для мелкоководной, приближенной к берегу, зоны моря (Шб) [5] с нестабильным солевым режимом и активной гидродинамикой. В глинистых осадках встречается редкая хорошо окатанная галька эффузивов.

Соотношение между пиритным железом и остаточным  $C_{\text{орг}}$  в пресноводных отложениях, как правило, меньше 0.03–0.06, а в морских больше 0.1–0.2 [7]. В плинсбахе значение этого параметра равно 3.1, что указывает на нормально-морские условия. Увеличение содержания  $Fe_{\text{пир}}$  свидетельствует об углублении бассейна. В плинсбахе оно равно 24 %. Общее содержание железа в плинсбахском образце ( $Fe_2O_3$ ) составляет 2.2 %. Большая часть принадлежит закисному Fe – 47.2 %; содержание сульфидной серы составляет 1.55 %, что указывает на слабо восстановительную среду в осадке в диагенезе [1]. По величине отношения  $MnO/MgO$  в глинистой фракции также можно определить показатель окислительно-восстановительного потенциала среды осадконакопления [3]. Чем больше отношение, тем более окислительные обстановки. Отношение в плинсбахе 0.0038. Относительное содержание марганца и железа в изученных образцах указывает на низкие значения рН и формирование отложений недалеко от берега, так как марганца в породах плинсбаха-тоара значительно меньше, чем железа. Значение рН в таком случае не превышает 5.5–8.5 [2]. Отношения  $Al_2O_3:Na_2O$  и  $K_2O:Na_2O$  в тонких фракциях отражают степень зрелости глинистых пород и указывают на интенсивность химического выветривания. Отношение  $Al_2O_3:Na_2O$  для плинсбаха равно 41.2. Отношение  $K_2O:Na_2O$  равно 7.2.

Нижний тоар (келимярская свита, курунгская пачка, слой 3, 4, 5; мощность 6.4 м) изученного разреза в основании содержит прослой глиен серых, буроватых, листоватых, вязких, волнистослоистых, с тонкими линзами глиен сапропелитовых черных. Выше в 0.2–0.8 м от подошвы – прослой глиен сапропелитовых линзовиднослоистых, переслаивающихся с глинами желтовато-серыми, буроватыми с многочисленными белемнитами и редкими двустворками. На этом уровне выявлен конкреционный горизонт бурых, ожелезненных карбонатных конкреций со структурой *cone in cone* в нижней части и массивных в верхней. Во второй половине пачки встречены глины сланцеватые тонкоровноплитчатые, тонкогоризонтальнослоистые, темно-серые до черных, буроватые, местами

сильно окисленные, с запахом битума. В верхней части слоя прослежена пиритовая линза. Над ней появляются многочисленные двустворки, остатки давленных аммонитов, белемниты, остатки ракообразных, гастроподы. Выше идет чередование прослоев глин сланцевых темно-серых, буроватых с глинами сланцевыми, более вязкими, обохренными, с плоскими стяжениями пирита. Выше лежащая часть нижнего и верхний тоар (келимярская свита; слой 6, 7, 8; мощность 10.6 м) в разрезе представлена глинами темно-серыми алевроитовыми, тонконеравноплитчатыми, с пятнами ярозитизации по органическим остаткам. Встречаются горизонты линзовидных конкреций сидеритизированного известняка, в средней части которых выделяются прослой с обильными белемнитами, обломками крупных аммонитов, двустворками.

В ориктоценозах микробентоса из основания слоя 3 встречены как плинсбахские, так и первые тоарские фораминиферы, что позволило реконструировать фораминиферовые сообщества переходного типа. В целом ассоциации представлены немногочисленными *Ammodiscus*, *Recurvoides*, *Trochammina*, *Ammobaculites*, *Saccamina*, без ярко выраженных доминантов. Такие сообщества встречаются в прибрежно-мелководных участках. Мелкомерность раковин, а также тонкозернистость структуры стенки раковин фораминифер говорят о спокойных обстановках. А появление первых сапропелитов и глин, обогащенных органическим веществом, свидетельствует о начале стагнационного этапа развития бассейна. В ориктоценозах микробентоса вышележащей части слоя 3 и слоя 4 выявлены обильные (до тысяч раковин) сообщества фораминифер, резко отличающиеся от плинсбахских. В ассоциациях фораминифер преобладают многочисленные *Trochammina*, в подчиненном количестве встречаются *Evolutinella*, *Vulbobaculites*, *Hyperammina*, *Recurvoides* и др. Известковые фораминиферы достаточно редки, представлены родами *Globulina*, *Eoguttulina*, *Dentalina*, *Lenticulina*. Отмечается мелкомерность раковин агглютинирующих фораминифер. Такие фораминиферовые сообщества характерны для умеренно-глубоководных зон моря (II) [5], с застойным гидродинамическим и неблагоприятным газовым (стагнационным) режимом. Слой 5 формировался, вероятно, в подобных, но более мелководных обстановках (IIIa) [5]. Об этом свидетельствуют менее разнообразные ассоциации фораминифер, в которых преобладают агглютинирующие формы (*Trochammina*, *Saccamina*, *Ammodiscus* и др.). В верхней части слоя 5 таксономическое разнообразие фораминифер частично восстанавливается, появляются представители *Evolutinella*, *Ammobaculites*, *Globulina*, *Dentalina*, *Glomospirella*, характерные для умеренно глубоководной, приближенной к берегу, зоны моря (IIб) [5]. Для ориктоценозов слоя 6 и нижней части слоя 7 характерны *Ammodiscus*, *Trochammina*, *Saccamina*, редкие *Lenticulina*, *Astacolus*. Осадки становятся более грубозернистыми (по сравнению с тонкоотмученными глинами слоев 3–5). Формирование отложений этой части разреза, по-видимому, происходило в обстановках мелководной, удаленной от берега, зоны моря, с нормальным гидродинамическим и газовым режимом. Подобные обстановки характерны и для верхней части слоя 8. Ассоциации фораминифер, реконструированные по ориктоценозам верхней половины слоя

7 и нижней части слоя 8, более многочисленны и разнообразны в таксономическом отношении по сравнению с вышеописанными. Сообщества представлены *Lenticulina*, *Astacolus*, *Trochammina*, *Ammodiscus*, *Saccamina*, *Verneuilinoides* и др. Подобные ассоциации характерны для умеренно глубоководной, приближенной к берегу, зоны моря (Пб) [5].

Соотношение между пиритным железом и остаточным  $C_{орг}$  изменяется от 1.3 в раннем тоаре с постепенным уменьшением до 0.4 к концу раннего тоара, что говорит о нормально-морской солености. Формирование осадка в умеренно-глубоководной зоне подтверждается преобладанием пирита среди аутигенных минералов ( $Fe_{пир}$  68.3 %) в начале тоара и высоким содержанием калия (2.4–3.23) в обменном комплексе [4, 6]. Общее содержание железа в пробах ( $Fe_2O_3$ ) варьирует от 2.0 до 5.7 %, при этом большая часть этого железа в большинстве образцов находится в закисной форме  $FeO$  – 19.7–72 %, что говорит о восстановительных обстановках и достаточно влажном климате [3]. Присутствие  $Fe$  карбонатного в осадке свидетельствует об углекислом режиме с низкими значениями Eh и pH. Содержание сульфидной серы варьирует от 9.33 % в начале раннего тоара с постепенным уменьшением до 0.85 % в конце раннего тоара, что указывает на резко восстановительную обстановку в раннем тоаре и слабовосстановительную – в конце раннего тоара [1]. Это подтверждается и величиной отношения  $MnO/MgO$ : 0.0031 – в первой половине раннего тоара и 0.0059 – в конце раннего тоара. Значение  $Al_2O_3:Na_2O$  в тоаре несколько выше, чем в плинсбах – до 52.6. Отношение калия и натрия изменяется от 5.6 до 7.4.

Геохимические параметры в разрезе низов тоара р. Келимяр показывают, что органическое вещество (ОВ) имеет преимущественно аквагенный сапропелевый генезис с примесью террагенной составляющей. Значения  $\delta^{13}C_{орг}$  возрастают от плинсбаха к тоару сопряженно с негативным сдвигом кривой  $\delta^{13}C_{орг}$ , что свидетельствует о повышении вклада морского ОВ во время раннетоарской трансгрессии. Ярко выраженный негативный экскурс  $^{13}C$ , достигающий 6 ‰, отмечается с границы аммонитовых зон *antiquum-falciferum* и достигает минимальных значений (–32 ‰) в нижней части зоны *falciferum*. Резкое снижение  $\delta^{13}C_{орг}$  сопровождается ростом значений  $C_{орг}$  [8].

На основе комплексного анализа установлено, что в плинсбахе разрез формировался в умеренно-глубоководных, приближенных к берегу, обстановках и прибрежно-мелководных. В тоаре формирование разреза происходило в умеренно-глубоководных и мелководных, удаленных от берега, обстановках. В конце позднего плинсбаха преобладала активная гидродинамика, а тоар характеризовался спокойным (до стагнационного – в раннем) гидродинамическим режимом.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуляева Л. А. Геохимические фации, окислительно-восстановительные обстановки и органическое вещество осадочных пород // Сов. Геол. – 1955. – Вып. 47. – С. 88–103.
2. Катченков С. М. Малые химические элементы в осадочных породах и нефтях. – Л. : Гостоптехиздат, 1959. – 271 с.

3. Левчук М. А. Литология и перспективы нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангского прогиба. – Новосибирск : Наука, 1985. – 168 с.
4. Мезозойские отложения Хатангской впадины / В. Н. Сакс, И. С. Грамберг, З. З. Ронкина, Э. Н. Аллонова – Л. : Гостоптехиздат, 1959. – 226 с.
5. Никитенко Б. Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск : Параллель, 2009. – 680 с.
6. Сакс В. Н., Ронкина З. З. Юрские и меловые отложения Усть-Енисейской впадины. – М. : Госгеолтехиздат, 1957. – 232 с.
7. Страхов И. М., Залманзон Э. С. Распределение аутигенно-минералогических форм железа в осадочных породах и его значение для литологии // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1955. – № 1. – С. 34–51.
8. Тоарское аноксидное океаническое событие (Т-ОАЕ) в Арктике (седиментологические, микропалеонтологические и геохимические свидетельства) / Б. Л. Никитенко, Г. Суан, В. П. Девятов и др. // Научная сессия «Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя бореальных районов» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 18–22 апр. 2011 г.). – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2011. – Т.1. – С. 202–209.

© А. И. Радевич, Л. А. Глинских, Б. Л. Никитенко, В. П. Девятов, 2017