

УДК 550.42

УТЯЖЕЛЕНИЕ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА У ГРАНИЦЫ СЕНОМАНА И ТУРОНА: ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЕ

© 1995 г. А. В. Ильин, Д. П. Найдин

Представлено академиком В.Е. Хаиним 13.07.94 г.

Поступило 18.07.94 г.

П. Шолле и М. Артур [1] впервые установили, что в течение мелового периода произошло несколько "изотопных событий" или сдвигов в равновесной системе изотопного состава углерода, растворенного в морской воде. Эти события были зафиксированы и прокоррелированы по разрезам на обширной территории, охватывающей Атлантику и западную часть области Тетис. Из сдвигов в сторону утяжеления изотопного состава наиболее резко выраженное событие приурочено к границе сеномана и турона. Оно было обнаружено, в частности, в разрезах юго-восточной Англии, где отвечает пленусовым слоям самой верхней части сеномана. Эти разрезы стали основным объектом дальнейших исследований, которые проводились как на пробах общего кальцита, т.е. кальцита, извлеченного из всей породы [2], так и на пробах из растров белемнитов, раковин иноцерам, бентосных и планктонных фораминифер [3]. При этом были подтверждены резко аномальные значения $\delta^{13}\text{C}$ в пленусовых мергелях, где они достигают +4.8‰ против +2.3‰ в подстилающих и перекрывающих отложениях [2]. Событие на рубеже сеномана и турона длилось 1.5 - 2.0 млн. лет, после чего восстановилось изотопное равновесие [4]. Утяжеление этого состава на том же возрастном уровне установлено также в центральной части Тихого океана и ряда других регионов [5].

Граница сеномана и турона в Атлантике ознаменована и таким событием, как резкое увеличение количества органического углерода, захороненного в осадках. Постепенно увеличиваясь от начала сеномана к его концу, оно достигает у границы с туроном 10 - 15% [1]. Массовое накопление органического углерода С. Шлангер и Х. Дженкинс [5] связывают с бескислородными событиями в океане или ОАЕ (Oceanic Anoxic Events), причем наиболее яркое из этих событий

произошло также на рубеже сеномана и турона. П. Шолле и М. Артур [1] усмотрели причинно-следственную связь между изотопными и бескислородными событиями, предположив, что рост значений $\delta^{13}\text{C}$ у границы сеномана и турона был вызван изъятием легкого изотопа благодаря массовому захоронению органического углерода.

Утяжеление изотопного состава углерода у границы сеномана и турона имеет глобальный характер [4, 5], хотя в целом ряде регионов изотопия углерода остается еще не изученной. К таким регионам относится прежде всего Восточно-Европейская докембрийская платформа, значительная часть которой в позднем мелу находилась под водами эпиконтинентального морского бассейна, составляя единую Европейскую палеобиогеографическую область [6]. Отсутствие данных по изотопии углерода для этого наиболее крупного позднемелового эпиконтинентального бассейна не позволяет быть уверенным ни в глобальном характере явления, ни в достоверности его интерпретаций. Данную работу можно рассматривать как первую попытку восполнить существующий пробел.

Исследования проводились в Брянской области России. Здесь широко развиты сеноманские и туронские отложения (рис. 1). На севере области проходит их эрозионная граница. Тектонически район располагается примерно посередине между Воронежской и Белорусской антеклизмами – положительными конседиментационными структурами первого порядка, контролировавшими фации и мощности верхнемеловых осадков.

Изучение верхнемеловых отложений района началось еще в середине прошлого века [7]. Большой вклад был сделан Г.И. Бушинским [8]. Новейшие достижения отражены на государственных геологических картах масштаба 1 : 200000, изданных в 70 - 80-х годах (С.М. Шик, А.Ф. Олферьев и др.).

По данным этих исследований сеноманские отложения представлены кварцево-глауконитовыми песками, вмещающими отдельные желваки и пласты фосфоритов и фосфоритовую плиту. Г.И. Бушинский [8] считал, что обычно присутствуют три горизонта фосфоритов – нижний, средний и

Институт литосферы Российской Академии наук,
Москва

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

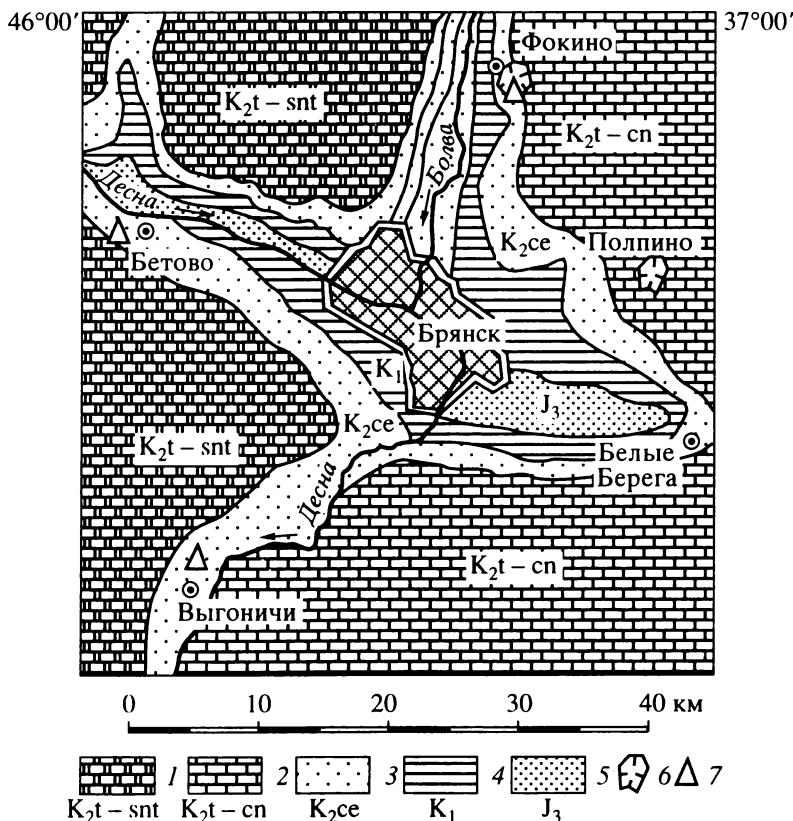


Рис. 1. Схематическая геологическая карта центральной части Брянской области и места взятия образцов на определение $\delta^{13}\text{C}$. 1 - 3 – верхний мел: 1 – туронский–сантонский ярусы (писчий мел, мергель, опока), 2 – туронский–коньякский ярусы (писчий мел), 3 – сеноманский ярус (кварцево-глауконитовые пески, фосфориты); 4 – нижний мел (глины, пески); 5 – верхняя юра (глины); 6 – добычные карьеры; 7 – разрезы, из которых взяты образцы.

верхний. Последний кроется характерным и выдержанным горизонтом песчанистого глауконитового мела, содержащего гальку фосфоритов. Этот горизонт издавна известен под именем сурки, относящаяся либо к верхней части сеномана [8], либо к турону [9], сменяется вверх чистым писчим мелом, датированным туронским ярусом. Сеноманские отложения сравнительно хорошо обнажены в уступах высокой террасы р. Десны. Однако ни в одном из многих обнажений не вскрывается полный разрез сеномана. Так, у с. Выгоницы, что в 30 км юго-восточнее Брянска, и в карьерах у г. Фокино обнажена верхняя его часть, у с. Бетово, в 10 км выше по Десне от Брянска, – верхняя и средняя части, а у с. Белье Берега, в 15 км восточнее Брянска, – нижняя.

На рис. 2 приведен сводный разрез сеноманских, туронских и коньякских отложений. Сеноманская его часть составлена в основном по двум обнажениям, наблюдающимся у Выгониц и Бетова. Они достаточно надежно коррелируются друг с другом. Реперным уровнем служит основание горизонта сурки, а также слой II (рис. 2), сложенный песками с характерным горизонтом фосфоритов, в котором желваки равноудалены друг от друга.

В обнажениях у Выгониц и Бетова, а также в карьере Фокино одним из авторов (Д.Н.) еще в

60-х годах были собраны ростры белемнитов, использованные в данной работе для определения $\delta^{13}\text{C}$ (обр. 1 - 5, рис. 2). В Фокинском карьере, в самых верхах горизонта сурки, обнаружены *Praeaactinocamax plenus triangulus* (Naidin) – обр. 1 (рис. 2), а непосредственно ниже – в кварцево-глауконитовых песках сеномана – *P. primus primus* (Arkh.) – обр. 2. В разрезе у с. Бетово ниже сурки также обнаружены *P. primus primus* (Arkh.) – обр. 3 и 4, а еще несколько ниже – *Actinocamax primus* (Arkh.) – обр. 5. Помимо 5 проб из ростров белемнитов $\delta^{13}\text{C}$ измерена в 20 пробах по общему кальциту. Последние взяты в обнажениях у с. Бетово (№ 6 - 11) и у с. Выгоницы (№ 12 - 25). Предварительные соображения показывали, что аномалию $\delta^{13}\text{C}$ можно было ожидать на уровне горизонта сурки, так как в нем были известны *Praeaactinocamax plenus triangulus*, близкие к *Actinocamax plenus* плену-совых мергелей Англии. В силу этих соображений горизонт сурки опробован наиболее детально: с отбором проб через каждые 10 - 12 см. В пробах по общему кальциту материал для анализа выделен из карбонатного матрикса песков и сурки, а также из писчего мела. Анализы выполнены в Институте геохимии и аналитической химии РАН, в лаборатории Э.М. Галимова.

На рис. 2 результаты анализов изображены на двух графиках, один из которых отвечает общему кальциту, а другой – рострам белемнитов. На графике по белемнитам максимальное значение $\delta^{13}\text{C}$ приходится на обр. 1 – *Actinocamax plenus triangulus* (Naid.), относящийся к кровле сурки. Оно составляет +3.34‰ PDB. В образцах белемнитов из подстилающих кварцево-глауконитовых песков значения $\delta^{13}\text{C}$ находятся в интервале от +0.87 до +2.28‰, причем последняя величина отвечает максимуму второго порядка, располагающемуся примерно в 2 м ниже подошвы сурки.

На графике по общему кальциту вырисовывается несколько пиков, причем основной из них со значением +2.39‰, относится также к самым верхам сурки.

Рост значений $\delta^{13}\text{C}$ от обр. 5 к обр. 1 на графике по белемнитам и от обр. 6 к обр. 25 на графике по общему кальциту происходит на фоне увеличения содержания кальцита в породах. Кальцит, представленный по большей части остатками кокколитофорид, составляет всего 1 - 3% в кварцево-глауконитовых песках и, наращивая свою долю вверх по разрезу, становится практически единственным компонентом в туронском писчем мелу. Это несомненно отражает повышение уровня моря в бассейне, перемещение береговой линии к северу и удаление района от источников сноса терригенного материала, или, другими словами, позднесеноманскую трансгрессию моря. Главный пик аномалии $\delta^{13}\text{C}$ отвечает начальной фазе этой трансгрессии.

Интерпретируя полученные данные, следует прежде всего подчеркнуть, что сеноманские отложения изученного района совершенно лишены черносланцевых фаций. В естественных обнажениях, располагающихся выше уровня грунтовых вод, содержание органического углерода в сеноманских песках не достигает и десятой доли процента, ниже этого уровня оно составляет 0.26% (Бокинский карьер). Пески интенсивно биотурбированы и благодаря этому практически лишены слоистости. В них, а особенно в фосфоритах, наблюдаются следы обитания различных бентосных организмов, например роющих и сверлящих моллюсков. Все это свидетельствует об аэробной обстановке на дне сеноманского моря Восточно-Европейской платформы, противоположной аноксии, установленной для Атлантики.

Характерная особенность сеноманских отложений района и всей платформы заключается в обилии фосфоритов. Эти породы родственны черным сланцам, являясь, как и последние, биопродуктами. Они могли возникнуть лишь при условии первичной концентрации фосфора организмами из морской воды, которая резко недосыщена фосфатом. Такую роль могли сыграть планктонные организмы. Можно допустить, что первичная биопродуктивность к концу сеномана увеличилась не только в Атлантике, но и в Европейском эпиконтинентальном бассейне. Следствием этого

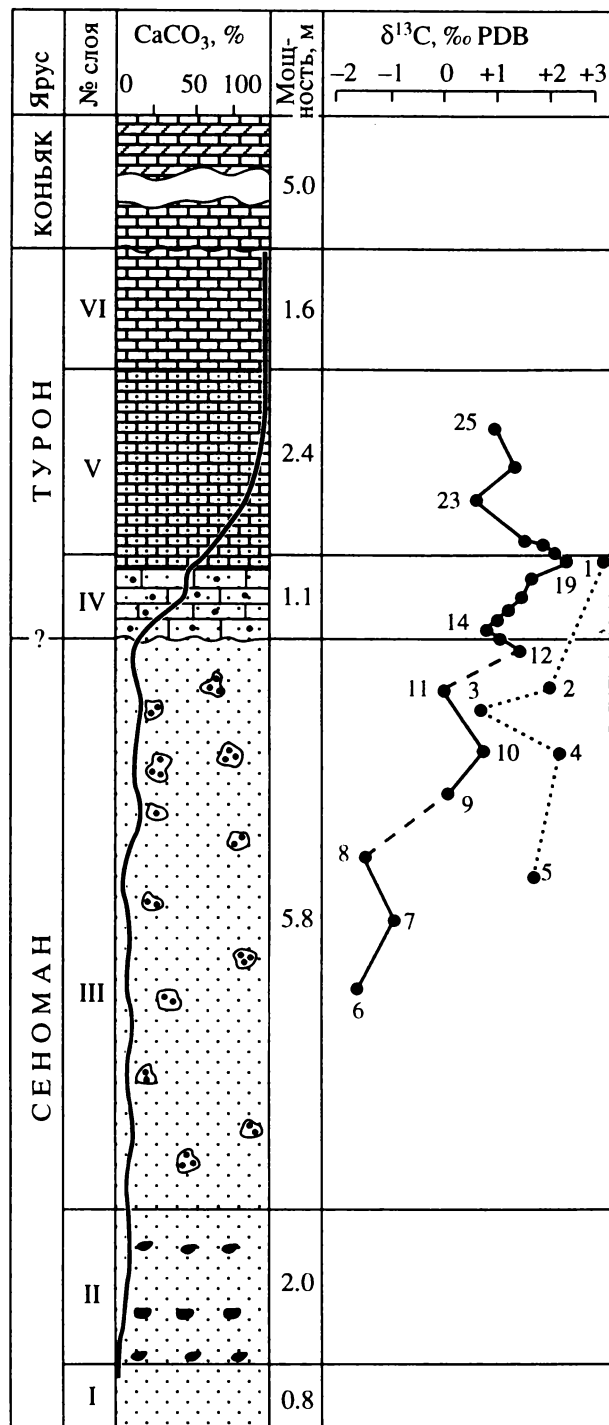


Рис. 2. Сводная стратиграфическая колонка и графики $\delta^{13}\text{C}$ по общему кальциту (сплошная линия) и рострам белемнитов (точечная линия). Цифры на графиках соответствуют номерам проб, упоминаемым в тексте. Штриховой линией показано соотношение серии проб, взятых в обнажении у с. Бетово (№ 6 - 11) и в обнажении у с. Выгоничи (№ 12 - 25). Слои на колонке: I – кварцево-глауконитовые пески, II – пески, с конкрециями фосфоритов, располагающимися "рядами", III – пески с беспорядочно рассеянными конкрециями, IV – сурка (песчанистый мел с гальками фосфоритов), V – песчанистый мел, VI – писчий мел, мергель, опока.

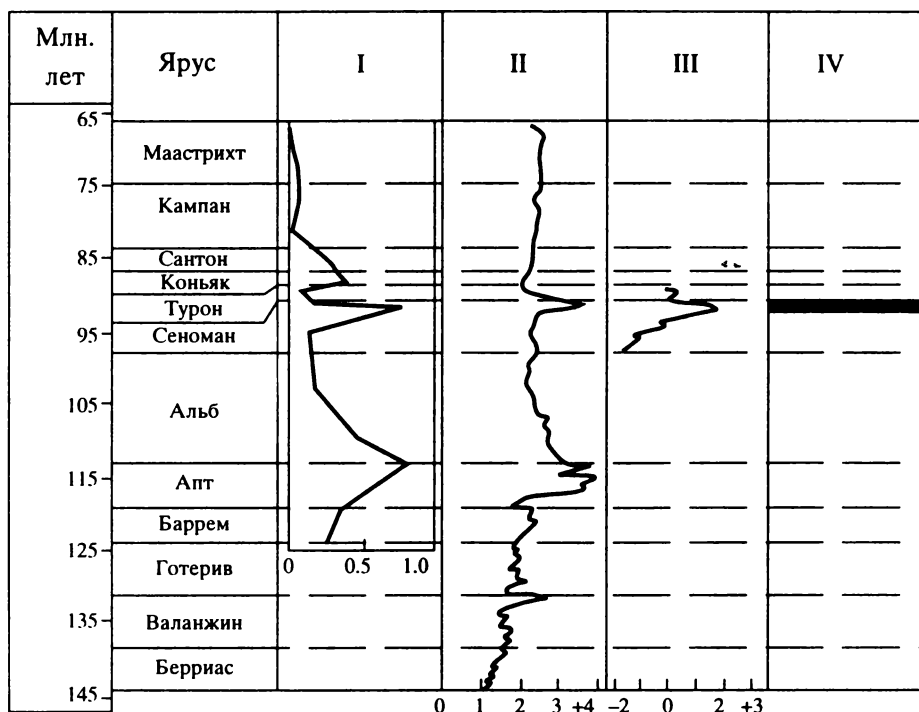


Рис. 3. I – темп захоронения органического углерода в осадках в 10^{14} г/год (среднее значение для рейсов с 1 по 48 глубоководного бурения [4]); II – генерализованный график $\delta^{13}\text{C}$ [10]; III – график $\delta^{13}\text{C}$, данная работа; IV – стратиграфическое положение наиболее выдержанных, мощных и богатых пластов фосфоритов Курской, Брянской и Калужской областей.

могло быть обогащение осадков органическим углеродом. Последний, однако, в условиях хорошо аэрируемого бассейна не мог сохраниться и был полностью окислен. Фосфор, высвободившийся при разрушении фосфорорганических соединений мягких и твердых тканей организмов, в конечном счете минерализовался и дал начало залежам фосфоритов. В противоположной ситуации, в Атлантике, высокая продуктивность обусловила накопление сапропелевых илов, давших начало черным сланцам. Интересно, что основной горизонт фосфоритов в сеноманских месторождениях Курской, Брянской и Калужской областей располагается непосредственно под суркой, что хорошо видно на Полпинском, Слободско-Которецком и, особенно, на Дмитриевском месторождениях. Таким образом, аномалия $\delta^{13}\text{C}$ оказывается близко одновременной с формированием наиболее выдержанных и мощных горизонтов фосфоритной плиты, а сеноманские фосфориты России оказываются синхронными ОАЕ-2 и своего рода генетическим эквивалентом черных сланцев Атлантики (рис. 3).

Территория Европейской палеобиогеографической области настолько обширна и разнородна, что было преждевременным делать выводы, основываясь на единственной “находке” аномалии изотопного состава углерода у сеноман-туронской границы. Тем не менее этот факт, с одной стороны, подтверждает глобальный характер геологических событий на рассматриваемом рубеже, а с другой ука-

зывает и на определенную специфичность их проявления на Восточно-Европейской платформе.

Исследование выполнено при поддержке Международного научного фонда (грант № 5X000).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Scholle P.A., Arthur M.A. // AAPG Bul. 1980. V. 64. № 1. P. 67 - 87.
2. Jarvis I., Carson G., Hart M.B. et al. // Cretaceous Res. 1988. V. 9. № 1. P. 3 - 103.
3. Jeans C.V., Lon G.O., Hall M.A. et al. // Geol. Magazine. 1991. V. 128. № 6. P. 603 - 632.
4. Arthur M.A., Jenkyns H.C., Brumsack H.J. et al. Stratigraphy, geochemistry and paleoceanology of organic-rich Cretaceous sequences. Dordrecht: Kluwer Ac. Pub., 1980. P. 75 - 119.
5. Schlanger S.D., Jenkyns H.S. // Geol. en Mijnbouw. 1976. V. 55. P. 179 - 184.
6. Найдин Д.П., Похилайнен В.П., Кац Ю.И. и др. Меловой период. Палеогеография и палеоокеанология. М.: Наука, 1986. 262 с.
7. Keyzerling A. Wissenschaftliche Beobachtungen in das Kurchen Land. Peterburg, 1846. P. 112.
8. Бушинский Г.И. Литология меловых отложений Днепровско-Донецкой впадины. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 307 с.
9. Олферьев А.Г., Конаевич Л.Ф., Осипова Л.М. // Вестн. МГУ. 1991. Сер. Геология. № 2. С. 45 - 56.
10. Follmi K.B., Weissert H., Lini A. // Interaction of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change. Nato Asi Ser. 1993. V. 14. P. 447 - 474.