

10. *Saltzman M. R., Thomas E. Carbon Isotope Stratigraphy // The Geologic Time Scale 2012. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, N. Y., Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier, 2012. P. 207–232.*

УДК 550.42;551.763.3(476–12)

ИЗОТОПНЫЕ СИГНАЛЫ ОКЕАНСКИХ АНОКСИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В ВЕРХНЕМЕЛОВОМ РАЗРЕЗЕ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ

А. А. Махнач

Научно-производственный центр по геологии, филиал «Институт геологии», ул. Купревича 7, 220141 Минск, Республика Беларусь; amahnach1951@gmail.com

Объектом изучения был разрез верхнемеловых отложений на юго-востоке Беларуси (Гомельский объект, скв. 804). Он имеет мощность порядка 80 м и охватывает сеноманский, туронский, коньякский, сантонский и кампанский ярусы, расчленённые на подъярусы. Отложения представлены, главным образом, мергельно-меловыми породами (рис. 1). Нижняя часть сеномана сложена известковистыми песчаниками. Вариации изотопного состава карбонатных углерода и кислорода в этом разрезе уже изучались и были объяснены региональными изменениями биопродуктивности бассейна осадконакопления и температуры морской воды как следствие нескольких эпизодов апвеллинга. При этом отмечено, что «отражения океанских аноксических событий в изотопных данных... установить не удалось...» [1, С. 89]. Пересмотр фактического материала на основе изменения подхода к построению изотопно-хемостратиграфических кривых показал, что возможна и более обоснована другая интерпретация изотопных вариаций в разрезе.

Значения $\delta^{13}\text{C}$ (PDB) находятся в пределах 1,2–4,1 ‰, в среднем составляют $2,6 \pm 0,1$ ‰. Диапазон флуктуаций $\delta^{18}\text{O}$ (PDB) от –4,8 до –1,1 ‰, среднее $-2,2 \pm 0,1$ ‰. При рассмотрении конфигурации вариационных кривых изотопного состава углерода и кислорода наибольшего внимания заслуживает интервал на границе сеномана и турона (рис. 1). Он характеризуется сильными синхронными положительным экскурсом $\delta^{13}\text{C}$ (от 1,2 до 4,1 ‰) и отрицательным экскурсом $\delta^{18}\text{O}$ (от –1,9 до –4,8 ‰). Интервал приходится на эпизод смены существенно терригенной седиментации, характерной для первой половины сеноманского века, накоплением меловых и мергельно-меловых осадков, которое началось во второй половине века и продолжалось до конца мелового периода. Такая смена характера осадконакопления могла сопровождаться ослаблением поступления в бассейн изотопно-легкого почвенного углерода в составе вод суши. Однако изотопный эффект этого явления слишком сильный. Кроме того, сокращение интенсивности притока континентальных вод с лёгким атмосферным кислородом должно было привести не к снижению, а к увеличению значений $\delta^{18}\text{O}$ в карбонатном осадке. Поэтому представляется наиболее вероятным, что в разрезе скв. 804 на юго-востоке Беларуси мы имеем дело с изотопными сигналами океанского аноксического события (oceanic anoxic event – OAE). Для позднего мела хорошо известны и изучены такие события в среднем сеномане, на рубежах сеноман–турон, коньяк–сантон [3, 6, 7, 11, 12, 15, 16]. Они заключаются в быстром выводе из зоны седиментации большого количества органического вещества путем его фоссилизации в виде прослоев чёрных сланцев. Это сопровождается

скачкообразным увеличением значений $\delta^{13}\text{C}$ в карбонатных породах или раковинах организмов в связи с удалением изотопа ^{12}C из углеродного резервуара в составе захороненного органического материала. В рассматриваемом случае выявляются сигналы океанского аноксического события на границе сеномана и турона (ОАЕ 2, или событие Бонарелли). Его изотопные маркеры установлены во многих регионах мира (Италия, Англия, Греция, Кавказ, Камчатка и др.). Событие трассируется не только сильным положительным сдвигом $\delta^{13}\text{C}$, но и значительным отрицательным экскурсом $\delta^{18}\text{O}$, связанным с резким потеплением [3, 5, 8, 9, 12, 13, 15].

Выше описанного интервала хемотратиграфических кривых разреза скв. 804, на отрезке, охватывающем отложения туронского яруса, прослеживается прямая корреляция значений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ (рис. 1). Это же хорошо видно на их корреляционной диаграмме (рис. 2). Такой характер взаимоотношений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ нередко используют в качестве индикатора инфильтрационно-катагенетических изменений отложений метеогенными водами. У нас же, вероятно, другой случай, несмотря на то, что мергельно-меловые отложения широко используются для питьевого водоснабжения в Беларуси, в том числе на территории Гомельской обл., где расположен объект нашего изучения [4]. Надо иметь в виду, что верхнемеловые коллекторы пресных подземных вод исключительно трещинные, а матрица пород плотная и низкопористая (рис. 3). На то, что вариации $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ в мергельно-меловых породах связаны с условиями седиментации, указывает и сам порядок их значений, характерный для морских образований мелового периода [10, 14]. Поэтому однонаправленные вариации изотопного состава углерода и кислорода в пределах туронского интервала нашего разреза мы склонны объяснять чередованием эпизодов усиления и ослабления континентального стока, несущего изотопно-лёгкие почвенный углерод и атмосферный кислород.

Остальная, верхняя, часть разреза (коньяк–кампан) (рис. 1), характеризуется, в основном, стабильностью стандартных морских значений $\delta^{13}\text{C}$ и небольшими флуктуациями $\delta^{18}\text{O}$ (вероятно, в связи с изменением температуры воды при колебаниях уровня моря). Исключение составляет интервал, приходящийся на верхний коньяк (или на границу коньяк–сантон). Здесь, как и на границе сеноман–турон, отмечаются отчётливые синхронные положительный экскурс $\delta^{13}\text{C}$ и отрицательный – $\delta^{18}\text{O}$. Возможно, это сигналы океанского аноксического события на границе коньяк–сантон (ОАЕ 3) [6, 12]. В этом контексте стоит обратить внимание на то, что позднеконьякское время в восточной части Беларуси и на смежной территории России отмечено специфической особенностью осадконакопления. Происходило формирование цеолитсодержащих силицитов (трепел, опока), в котором, очевидно, участвовал вулканогенный материал, воздушным и/или водным путем постувавший из областей альпийского вулканизма [2].

Таким образом, в отложениях верхнего мела на юго-востоке Беларуси выявлены изотопные сигналы океанских аноксических событий на границе сеноман–турон (ОАЕ 2) и на границе коньяк–сантон (ОАЕ 3). Эти события трассируются положительным сдвигом $\delta^{13}\text{C}$ и отрицательным – $\delta^{18}\text{O}$. В туронских отложениях фиксируются однонаправленные вариации изотопного состава углерода и кислорода. Они отражают региональную динамику палеогеографических условий в морском бассейне, а именно, чередование эпизодов усиления и ослабления континентального стока, несущего изотопно-лёгкие почвенный углерод и атмосферный кислород.

Автор благодарен Л. А. Каримовой за предоставление образцов пород и стратиграфической характеристики разреза, Б. Г. Покровскому – за выполнение изотопного анализа, О. В. Мурашко – за техническую помощь в обработке материалов.

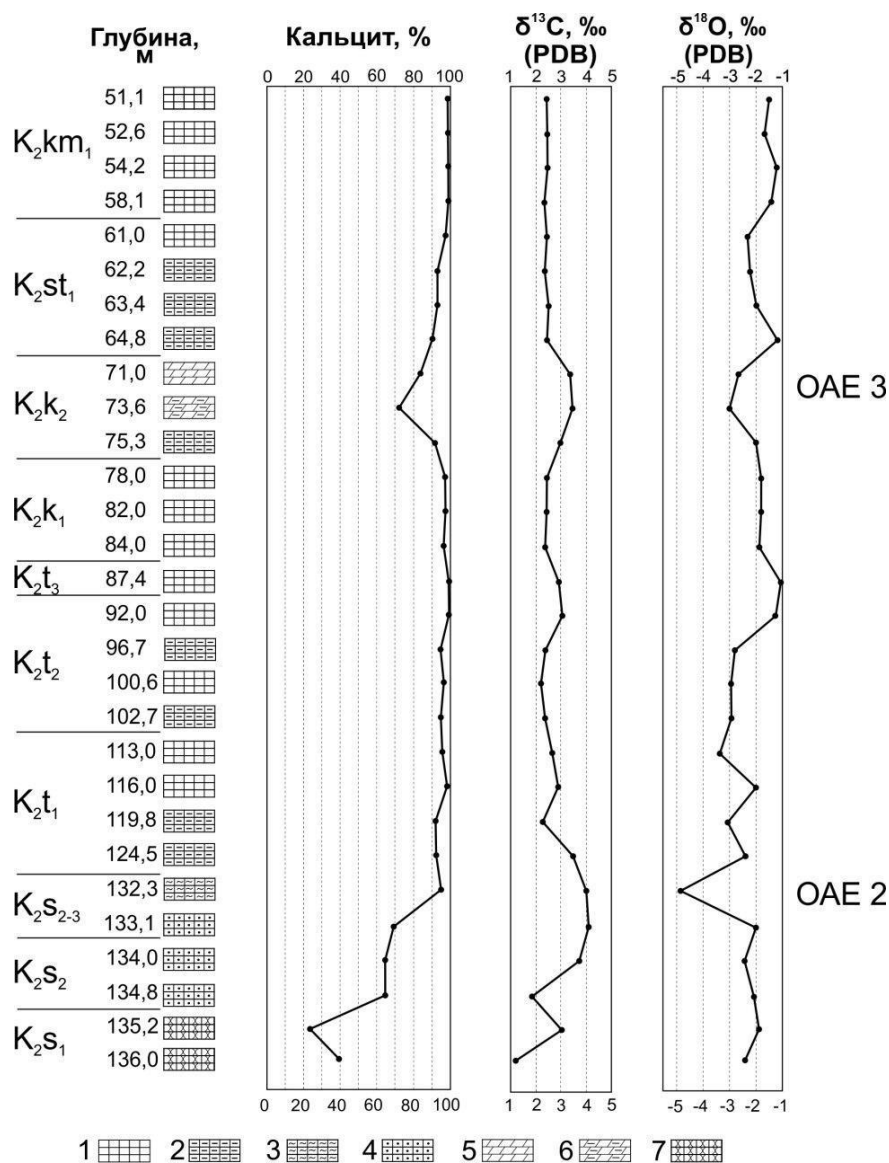


Рисунок 1 – Изотопно-хемостратиграфические кривые верхнемелового разреза на юго-востоке Беларуси (Гомельский объект, скв. 804)

1 – писчий мел, 2 – писчий мел глинистый, 3 – писчий мел алевролитистый, 4 – писчий мел песчанистый, 5 – мергель мелоподобный, 6 – мергель слабоглинистый, 7 – песчаник известковистый; OAE 2 и OAE 3 – океанские аноксические события.

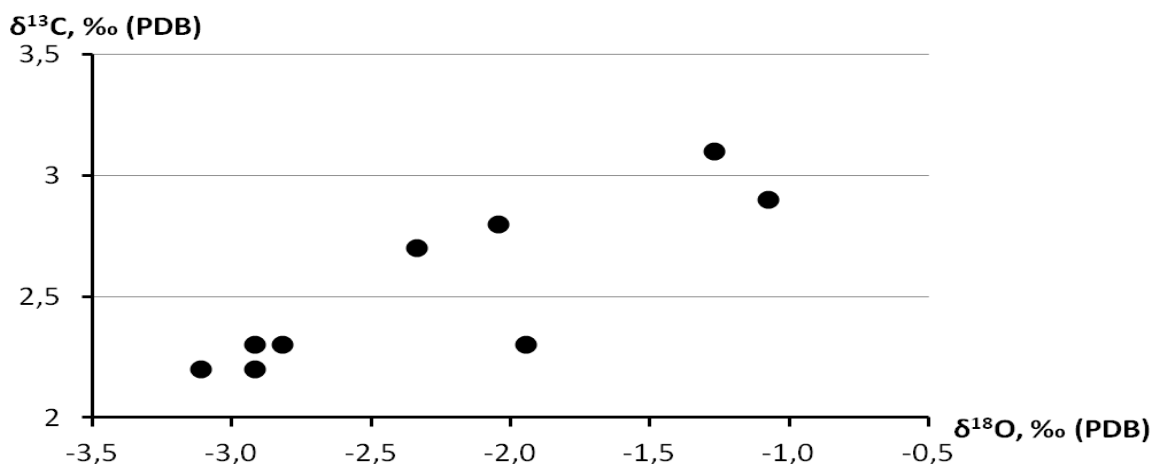


Рисунок 2 – Корреляционная диаграмма $\delta^{13}\text{C} - \delta^{18}\text{O}$ для туронских отложений юго-востока Беларуси (Гомельский объект, скв. 804)

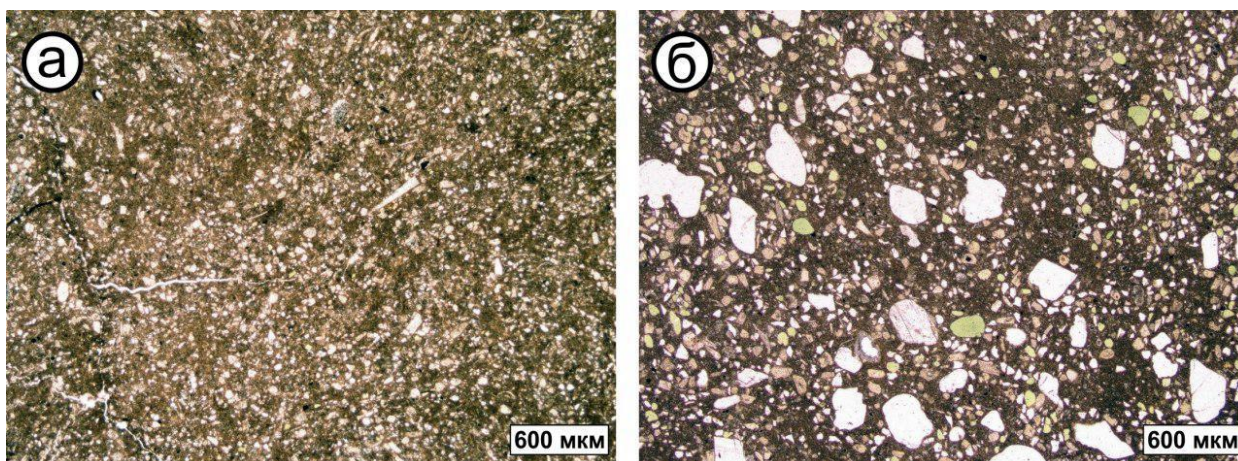


Рисунок 3 – Фотографии шлифов верхнемеловых пород юго-востока Беларуси (Гомельский объект, скв. 804) (николи параллельны)

а – песчий мел глинистый, гл. 60,5–65,2 м, нижний сантон; б – песчий мел песчанистый, гл. 131,5–136,2 м, средний сеноман.

Библиографические ссылки

1. Махнач А. А., Каримова Л. А., Покровский Б. Г., Мурашко О. В. Изотопы углерода и кислорода в верхнемеловых отложениях юго-востока Беларуси – индикаторы условий седиментации // Літасфера. 2016. 1(44). С. 82–91.
2. Махнач А. А., Стрельцова Г. Д., Гулис Л. Ф. и др. Морфология, строение, состав и происхождение залежи силицитов на месторождении Стальное // Літасфера. 2004. 2(21). С. 63–71.
3. Гаврилов Ю. О., Щербинина Е. А., Голованова О. В., Покровский Б. Г. Позднесеноманское палеоэкологическое событие ОАЕ 2 в Восточно-Кавказском бассейне Северного Перитетиса // Литология и полезные ископаемые. 2013. № 6. С. 522–551.
4. Жогло В. Г., Галкин А. Н., Третьяков А. В., Красовская И. А. Пресные подземные воды Гомельской области: динамика и экология. Минск: Беларус. навука, 2018. 176 с.
5. Савельева О. Л. Ритмичность осадконакопления и следы аноксических событий в меловых (альб-сеноманских) отложениях Восточной Камчатки: автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2009. 25 с.

6. Савельева О. Л. Меловые океанские аноксические события: обзор современных представлений // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2010. № 1, вып. № 15. С. 45–55.
7. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с.
8. Scopelliti G., Bellanca A., Erba E. et al. Cenomanian–Turonian carbonate and organic-carbon isotope records, biostratigraphy and provenance of a key section in NE Sicily, Italy: Palaeoceanographic and palaeogeographic implications // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2008. Vol. 265. P. 59–77.
9. Karakitsios V., Tsikos H., van Breugel Y. et al. First evidence for the Cenomanian–Turonian oceanic anoxic event (OAE 2, «Bonarelli» event) from the Ionian Zone, western continental Greece // Int. J. Earth Sci. (Geol. Rundsch). 2007. 96. P. 343–352.
10. Grossman E. L. Oxygen Isotope Stratigraphy // The Geologic Time Scale 2012. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier, 2012. P. 181–206.
11. Jenkyns H. C. Geochemistry of oceanic anoxic events // Geochim. Geophys. Geosyst. 2010. Vol. 11, N 3. Article N Q03004.
12. Jenkyns H. C., Gale A. S., Corfield R. M. Carbon- and oxygen-isotope stratigraphy of the English Chalk and Italian Scaglia and its palaeoclimatic significance // Geol. Mag. 131 (1). 1994. P. 1–34.
13. Kolodny Y., Raab M. Oxygen isotopes in phosphatic fish remains from Israel; paleothermometry of tropical Cretaceous and Tertiary shelf waters // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 1988. Vol. 64. P. 59–67.
14. Saltzman M. R., Thomas E. Carbon Isotope Stratigraphy // The Geologic Time Scale 2012. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, N. Y., Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo: Elsevier, 2012. P. 207–232.
15. Jarvis I., Gale A. S., Jenkyns H. C. et al. Secular variation in Late Cretaceous carbon isotopes: a new $\delta^{13}\text{C}$ carbonate reference curve for the Cenomanian–Campanian (99.6–70.6 Ma) // Geological Magazine. 2006. 143(5). P. 561–608.
16. Stoll H. M., Schrag D. P. High-resolution stable isotope records from the Upper Cretaceous rocks of Italy and Spain: Glacial episodes in a greenhouse planet? // GSA Bull. Feb. 2000. Vol. 112, N 2. P. 308–319.

УДК 550.84.02:550.424.6(476)

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОРОД ЗОНЫ АЭРАЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД ПОДЛЯССКО-БРЕСТСКОГО ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО БАСЕЙНА (ТЕРРИТОРИЯ БЕЛАРУСИ)

Л. Н. Рябова

Институт природопользования НАН Беларуси,
ул. Ф. Скорины 10, 220114 Минск, Республика Беларусь; ryabova@ecology.basnet.by

Формирование химического состава грунтовых вод протекает под влиянием многих факторов, основным из которых является свойства пород зоны аэрации. Зона аэрации - самая верхняя зона земной оболочки между дневной поверхностью и зеркалом грунтовых вод. В породах зоны аэрации в порах, трещинах и других пустотах находятся волосные, пленочные и капиллярные воды и только временно в них просачиваются гравитационные воды [1].