

ІДЕЇ. ГІПОТЕЗИ. ДИСКУСІЇ. / IDEAS. HYPOTHESES. DISCUSSIONS.

УДК 551.352:553.973.0687(262.5)

Т. С. Куковська

РОЛЬ ФЛЮЇДОДИНАМІЧНОГО ФАКТОРА У ПРОЦЕСІ ГОЛОЦЕНОВОГО САПРОПЕЛЕНАКОПИЧЕННЯ В ЧОРНОМУ МОРІ

Процес накопичення голоценових сапропелевих осадків може бути тісно пов'язаний з процесами вуглеводневої дегазації через дно Чорного моря. Йдеться про ендегенні флюїдодинамічні вуглецево-водневі підтоки, активізація яких відбувалася періодично і з різною інтенсивністю, чим і пояснюються перерви в накопиченні органічної речовини, а також зміни літотипів сапропелевих осадків у Чорному морі. Активізація флюїдодинамічного підтоку відбувалася періодично, чим і пояснюються перерви у накопиченні органічної речовини в осадках Чорного моря.

Ключові слова: сапропелеві осадки, голоцен, вуглеводнева дегація, Чорне море.

ВСТУП.

Відповідно до досліджень та розробок науковців [2, 4, 5, 7, 9], схематично процес накопичення голоценових сапропелевих відкладів у Чорному морі виглядає наступним чином: зміна клімату у напрямі потепління – приплив середземноморських вод – зростання об'ємів знесення органічного матеріалу з суші – бурхливий розвиток фіто- і зоопланктону та різке збільшення його продуктивності – накопичення сапропелевих осадків. Ця схема дана у найзагальніших рисах і, природно, не враховує всіх факторів, що впливають на накопичення та розподіл голоценових осадків, збагачених органічною речовиною (ОР) сапропелевого і змішаного типу площею чорноморського басейну. До таких належать гідродинамічний режим, геоморфологічні, структурно-тектонічні, гідрологічні та гідрохімічні умови, а також фактори геолого-історичного та екологічного характеру, особливе місце займають флюїдодинамічні фактори [3, 6, 10]. Виявлення масштабів впливу кожного з перерахованих вище факторів може дати важливу інформацію для розуміння генезису морських сапропелів.

Часто з процесом накопичення сапропелів у Чорному морі у голоценовий час пов'язують походження сірководневого зараження вод басейну. В. Я. Троцюк

та ін. [13] розглядають формування на дні відновлених дуже збагачених ОР сапропелевих осадків у причинно-наслідковому зв'язку з газовою специфікою чорноморських вод [2]. Є. М. Ємельянов та ін. [7], М. М. Алексєєв та ін. [1], Г.М. Парпарова та ін. [11] вважають, що сірководневе зараження вод басейну передувало процесу сапропеленакопичення.

Завдання дослідження: визначити джерела енергії для процесу бактеріального хемосинтезу і метанотрофії в Древньочорноморському басейні.

Матеріали та методи дослідження.

Опрацьовано матеріали численних рейсів на науково-дослідних суднах: «Академик Вернадский», «Професор Водяницький» та ін., виконаних ВМГОР НАН України. Проаналізовано розрізи численних свердловин в акваторії Чорного моря та зразки сапропелів, відібраних у експедиціях особисто автором.

Виклад результатів дослідження та обговорення.

Гіпотеза формування сапропелів у виключно анаеробних умовах ставиться [14, 15] під сумнів. На думку цих авторів, при обґрунтуванні походження голоценових сапропелевих мулів у Чорному морі повинні враховуватися зміни первинної продуктивності басейну в плейстоцені-голоцені незалежно від вмісту у водах басейну кисню. А, враховуючи до того ж переважно морський генезис $S_{\text{орг}}$, встановлений [16] за більш важким ізотопним складом вуглецю в сапропелі у порівнянні з вуглецем полігенної природи (суміш планктоногенного та теригенного вуглецю) у підстилаючих і перекриваючих осадках, можна припустити, що сапропель є результатом пульсуючого осадження морського органічного матеріалу, що виділяється, ймовірно, в умовах високої первинної продуктивності під час розвитку плейстоценового озера у сучасний басейн. Перервне в часі та просторі підвищення рівня первинної продуктивності, що відображає зміни у поведінці та стані системи «океан – атмосфера», забезпечують більш надійне пояснення походження як сучасних та четвертинних збагачених $S_{\text{орг}}$ відкладів, так і крейдових чорних сланців. Тобто, наявність або відсутність анаеробних умов не є фактором, контролюючим накопичення збагачених ОР фацій [17].

Із застосуванням сучасних методів дослідження, у геології з'явилися можливості більш детального, на молекулярному рівні, вивчення ОР, що дало підставу для більш глибокого аналізу механізму накопичення сапропелевих осадків у голоценовий час у Чорному морі. Такі дослідження встановили участь бактеріопланктону в ОР, що складає сапропелєві мули. І хоча ніхто не заперечує

полігенетичну природу ОР сапропелевих осадків, основна його частка, на думку дослідників [8, 18], представлена продуктами бактеріального хемосинтезу.

Інтенсивність хемосинтезу в прикордонній зоні H_2S/O_2 визначається кількістю та якістю ОР, що надходить до неї [18]. Мікрослоїста будова сапропелевих товщ показує, що режим поверхневих вод Чорного моря під час їх формування був досить нестійким: етапи накопичення сапропелевої ОР, глинистих частинок та одиничних прошарків коколітових, діатомових мулів змінювали один одного. За результатами досліджень побудована уточнена схема розподілу літофаціальних типів сапропелевміщуючих осадків (рис 1).



Рис. 1. Літофаціальні типи сапропелевих осадків Чорного моря.

1 - сапропелеві (біогенні) мули; 2 - сапропелеві мули з домішкою глинистого матеріалу (терігенно-біогенні); 3 - сапропелево-глинисті мули (біогенно-терігенні); 4 - турбідити; 5 - сапропелеві мули з прошарками турбідитів; 6 - області обмеженого розвитку сапропелів; 7 - теригенні осадки шельфу.

Можна припустити, що під час накопичення збагачених ОР осадків, на думку П. Дімітрова [4, 5] і Г. Полікарпова й ін. [12], метан мігрував у голоценові осадки з глибших горизонтів. Г. Г. Полікарпов з співавторами, виходячи з приуроченості газових джерел до певних елементів рельєфу морського дна (злами дна, схили підняття), розглядають газовиділення як явище геологічного характеру, не пов'язане безпосередньо з деструкцією ОР. Виходячи з однотипного розподілу в колонках метану й ароматичних вуглеводнів, автори [9] припустили наявність потоку лабільних вуглеводнів з підстилаючої осадової товщі (основними генеруючими вуглеводні відкладами вважають верхній підкомплекс еоцену та олігоцену), а на думку В. Я. Троцюк та ін. [13] при

високих темпах накопичення осадків інтенсивне метаноутворення відбувалося і в бідних ОР відкладах.

На нашу думку, метаноутворення проходило в юрських вугленосних відкладах, аналоги яких на суші представлені вугленосною бешуйською світою в Криму і мігрувало в молодші відклади, що не суперечить наявним у літературі даним [8], які свідчать про аномальний ізотопний склад $C_{\text{орг}}$ біомаси бактерій і тварин з біологічних співтовариств холодних газових джерел у порівнянні з морським планктоногенним ОР фотосинтезного походження. Надходження такої аномальної кількості ОР в осадки могло зрушити ізотопний склад $C_{\text{орг}}$ у напрямку збільшення вмісту легкого ізотопу $C_{\text{орг}}$ в ОР сапропелевого мулу в разі метанотрофного процесу (наявності CH_4 -джерела).

На підставі досліджень останніх років визначено, що, швидше за все, існувало ще одне джерело енергії для процесу бактеріального хемосинтезу та метанотрофії в Древньочорноморському басейні – вуглеводнева дегазація. Йдеться про ендегенні флюїодинамічні вуглеводнево-водневі підтікання, які, потрапляючи з гідротермальних (?) джерел у насичену киснем воду, окислялись за участі аеробних хемоавтотрофних і метанотрофних бактерій (процес утворення первинної продукції хемосинтезу і метанотрофії).

Слід зазначити, що активізація флюїодинамічного підтоку відбувалася періодично, чим і пояснюються перерви у накопиченні органічної речовини в осадках Чорного моря. Зміни літотипів древньочорноморських сапропелів пов'язано з проходженням підтоку різної інтенсивності крізь різні типи осадків. Сучасна вуглеводнева дегазація, яку фіксують в останні роки у придонних шарах Чорного моря, поступово піднімається до поверхні води та має вплив на атмосферу [3, 4, 6, 13].

Вірогідно [10], таке поєднання геоморфологічних, гідрологічних і флюїодинамічних факторів зумовило інтенсивне вуглекисло-метаново-сірководневе зараження придонних шарів води, що створило умови, сприятливі для накопичення газоносних теригенно-карбонелітових формацій. На думку О. Ю. Лукіна, голоценові сапропелеві мули Чорного моря за вмістом ОР, складом глинистої речовини та різних геохімічних показників близькі до середньовізейських гідрокарбонелітових пачок ДДА - Придобруджинського прогину.

Аналогічні одновікові активізації простежуються у прісноводних басейнах на суші та представлені торфовищами і сапропелями.

Висновок.

На підставі досліджень останніх років визначили існування ще одного джерела енергії для процесу бактеріального хемосинтезу і метанотрофії в Древньочорноморському басейні – вуглеводнева дегазація, яка корелюється з активізацією флюїдодинамічного підтоку. Активізація флюїдодинамічного підтоку відбувалася періодично, чим і пояснюються перерви у накопиченні органічної речовини в осадах Чорного моря. Різновиди літотипів древньочорноморських сапропелів пов'язано з проходженням підтоку різної інтенсивності крізь різні типи осадків, не виключено що зміни сапропелів продовжуються і в наш час за рахунок сучасного підтоку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Алексеев М. Н., Чистяков А. А., Щербаков Ф.А.* Четвертичная геология материковых окраин. М: Недра. 1986. 244 с.
2. *Архангельский А.Д.* Об осадках Черного моря и их значении в познании осадочных горных пород. Бюлл. МОИП. Отд. Геол. 1927. Т. 5. № 3 – 4. С. 199 – 299.
3. *Валяев Б.М.* Углеводородная дегазация Земли, геотектоника и происхождение нефти и газа (признание и развитие идей П.Н. Кропоткина). В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. М.: ГЕОС. 2012. С. 20-42.
4. *Димитров П.С., Дачев В. Ж., Наколов Х.И. и др.* Естественни газове иствори в акваторията на Балчишкия залив. Океанология. София. 1979. №4. С. 43 - 48.
5. *Димитров П. С.* Потенциални ресурси на морское дно. Бюлетин на НОК. 1987. № 2. С. 15 – 17.
6. *Дмитриевский А.Н., Валяев Б.М.* Углеводородная дегазация через дно океана: локализованные проявления, масштабы, значимость. В кн.: Дегазация Земли и геотектоника. М.: ГЕОС. 2002. С. 7 – 36.
7. *Геохимия позднекайнозойских отложений Черного моря.* Отв. Ред. Батулин В.Н. М.: Недра. 1982. 226 с.
8. *Лейн А.Ю. и др.* Роль процессов бактериального хемосинтеза и метанотрофии в биохимии океана. Геохимия, РАН. 1993. № 2. С. 252- 268.
9. *Литология и геохимия осадкообразования в приустьевых районах западной части Черного моря.* М.: Изд. АН СССР, 1987. 150 с.
10. *Лукин А.Н.* Черносланцевые формации эвксинского типа – мегаловушки природного газа. Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2013. № 4. С. 5- 28.
11. *Парпарова Г. М., Сорокин В. М., Четверикова О. П.* Петрографическая характеристика нерастворимой части органического вещества сапропелей во внутриконтинентальных морях. Известия ВУЗов. Геология и разведка. 1990. № 7. С. 59- 66.
12. *Поликарпов Г.Г., Миронов О.Г., Егоров В.Н.* Молисмология Черного моря. Киев: Наукова думка, 1992. 304 с.
13. *Троцюк В. Я. и др.* Газы придонных вод Черного моря. Литология и геохимия осадкообразования в приустьевых районах западной части Черного моря. Москва, 1987. С. 108-116.

14. Calvert S. Organographic controls on the accumulation of organic matter in marine sediments. Marine Petroleum Source Rocks Geological Society Special Publication. 1987. № 26. P. 137-151.
15. Calvert S., Vogel J., Southon J.R. Carbon accumulation rates and the origin of the Holocene sapropel in the Black Sea. Geology. 1987. Vol. 15. P. 918-921.
16. Calvert S., Fontugne M. Isotopic evidence for the marine source of organic matter in the Holocene Black Sea sapropel. Isot. Geochim., 66. 1987. P. 315-322.
17. Pedersen T., Calvert S. Anoxia V. Productivity: What Controls the Formation of Organic-Carbon-rich Sediments and Sedimentary Rocks? The American Assoc. of Petrol. Geol. Bull. 1990. Vol. 74. № 4. P. 454-466.
18. Sorokin J.I. In the primary production and bacterial activities in the Black Seas. J. cons. Inter. explor. mer. 1964. Vol. XXIX. № 1. P. 41-72.

REFERENCES

1. Alekseev M.N., Chistyakov A.A., Shcherbakov F.A. 1986. Quaternary geology of continental margins. M: Nedra. 244 p. – in Russian
2. Arkhangelsky A.D. 1927. On the sediments of the Black Sea and their significance in the knowledge of sedimentary rocks. Bull. MOIP. Dept. Geol. T. 5. No. 3 - 4. P. 199 - 299. – in Russian
3. Valyaev B.M. 2012. Hydrocarbon degassing of the Earth, geotectonics and the occurrence of oil and gas (recognition and development of the ideas of PN Kropotkin). In the book: Earth degassing and geotectonics. Moscow: GEOS. P. 20-42. – in Russian
4. Dimitrov P.S., Dachev V.J., Nakolov H.I. et al. 1979. Natural gas sources in the waters of the Balchik Bay. Oceanology. Sofia. №4. P. 43 - 48. – in Russian
5. Dimitrov P.S. 1987. Potential resources of the seabed. NOC bulletin. № 2. P. 15 - 17. – in Russian
6. Dmitrievskiy A.N., Valyaev B.M. 2002. Hydrocarbon degassing across the ocean floor: localized manifestations, scale, significance. In the book: Earth degassing and geotectonics. Moscow: GEOS. P. 7 - 36. – in Russian
7. Geochemistry of the Late Cenozoic deposits of the Black Sea. 1982. Resp. Ed. Baturin V.N. Moscow: Nedra. 226 p. – in Russian
8. Lane A.Yu. et al. 1993. The role of bacterial chemosynthesis and methanotrophy processes in ocean biochemistry. Geochemistry, RAS. No. 2. P. 252-268. – in Russian
9. Lithology and geochemistry of sedimentation in the estuarine areas of the western part of the Black Sea. Moscow: Ed. AN SSSR. 1987. 150 p. – in Russian
10. Lukin A.N. 2013. Black shale formations of the Euxine type are natural gas mega-traps. Geology and minerals of the World Ocean. No. 4. P. 5-28. – in Russian
11. Parparova G.M., Sorokin V.M., Chetverikova O.P. 1990. Petrographic characteristics of the insoluble part of organic matter of sapropels in the inland seas. Izvestiya VUZov. Geology and exploration. No. 7. P. 59-66. – in Russian
12. Polikarpov G.G., Mironov O.G., Egorov V.N. 1992. Molismology of the Black Sea. Kiev: Naukova Dumka, 304 p. – in Russian
13. Trotsyuk V. Ya. et al. 1987. Gases of the bottom waters of the Black Sea. Lithology and geochemistry of sedimentation in the estuarine areas of the western part of the Black Sea. Moscow. P. 108-116. – in Russian

14. Calvert S. 1987. Organographic controls on the accumulation of organic matter in marine sediments. Marine Petroleum Source Rocks Geological Society Special Publication. № 26. P. 137-151.
15. Calvert S., Vogel J., Southon J.R. 1987. Carbon accumulation rates and the origin of the Holocene sapropel in the Black Sea. Geology. Vol. 15. P. 918-921.
16. Calvert S., Fontugne M. Isotopic evidence for the marine source of organic matter in the Holocene Black Sea sapropel. Isot. Geochim., 66. 1987. P. 315-322.
17. Pedersen T., Calvert S. Anoxia V. 1990. Productivity: What Controls the Formation of Organic-Carbon-rich Sediments and Sedimentary Rocks? The American Assoc. of Petrol. Geol. Bull. Vol. 74. № 4. P. 454-466.
18. *Sorokin J.I.* In the primary production and bacterial activities in the Black Seas. J. cons. Inter. explor. mer. 1964. Vol. XXIX. № 1. P. 41-72.

T.S. Kukovska

THE ROLE OF FLUID DYNAMIC FACTOR IN HOLOCENE SAPROPEL ACCUMULATION IN THE BLACK SEA

The accumulation of the Holocene sapropelic sediments may be closely associated with the processes of hydrocarbon degassing through the bottom of the Black Sea. It is an endogenous fluid dynamic carbon-hydrogen inflow, activation that occurs periodically and with varying intensity, which explains the breaks in the accumulation of organic matter, as well as changes lithotypes of sapropelic sediments in the Black Sea. Activation of the fluid-dynamic flow occurred periodically, which explains the breaks in the accumulation of organic matter in the Black Sea sediments.

Key words: sapropelic sediments, Holocene, hydrocarbon degassing, the Black Sea.

Т. С. Куковская

РОЛЬ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКОГО ФАКТОРА В ПРОЦЕССЕ ГОЛОЦЕНОВОГО САПРОПЕЛЕНАКОПЛЕНИЯ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Процесс накопления голоценовых сапропелевых осадков может быть тесно связан с процессами углеводородной дегазации через дно Черного моря. Речь идет об эндогенных флюидодинамических углеродно-водородных подтоках, активизация которых происходила периодически и с разной интенсивностью, чем и объясняются перерывы в накоплении органического вещества, а также изменения литотипов сапропелевых осадков в Черном море. Активизация флюидодинамического подтока происходила периодически, чем и объясняются перерывы в накоплении органического вещества в осадках Черного моря.

Ключевые слова: сапропелевые осадки, голоцен, углеводородная дегазация, Черное море.

Державна наукова установа «Центр проблем морської геології, геоекології та осадового рудоутворення НАН України», м. Київ, Україна

Т.С. Куковська

E-mail: t.kukovska@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0001-7532-8885>

Стаття надійшла: 15.12.2020