

Морска геология

Строеж и състав на холоценските сапропелоиди от западната част на Черно море

Венелин Х. Велев^{*}, Петко С. Димитров^{*}, Мария М. Файер^{}**

^{}Институт по океанология, БАН, (Варна)*

*^{**}Московский государственный университет, ГСП (Москва)*

Холоценските сапропелни и сапропело-подобни тини, определени в текста общо като „сапропелоиди“, представляват специфично утаечно образование, което е било обект на разностранини изследвания. Поголямата част от данните, характеризиращи този вид утайки, са систематизирани главно от А р х а н г е л ь с к и й и

С т р а х о в (1938), Щ е р б а к о в и д р. (1978), С о р о к и н и д р. (1984). Някои автори разглеждат сапропелоидите като аналоги на нефтотомайчини скали (Х р и с ч е в, 1987) или като възможен сировинен източник (Д и м и т р о в, В е л е в, 1988).

Без да се навлиза в генетични проблеми на сапропелоидите ще бъдат разгледани особеностите на строежа на сапропелоидния хоризонт. В това отношение като гла-вен белег трябва да служи тяхното първично отлагане като единен и свързан хоризонт върху голяма площ от басейновото пространство, с което се отличават от своите аналоги, образувани в други солени басейни. Фациесът на холоценовите сапропелоиди започва да се оформя върху периферията на шелфа и горната част на континенталния склон.

Тук на дълбочина по-голяма от 180 m се отлагат неяснослоисти теригенни тини с алевропелитова структура, все още слабо обогатени на органично

вещество ($\text{Corg} \leq 2\%$). На дълбочина 250 – 300 m съдържанието на Corg нараства до около 3%, а утайките придобиват ясно-и тънкослоиста текстура, която е най-характерна за сапропелоидния фациес като цяло.

Неясно стратифицираните утайки от периферията на шелфа и горната част на континенталния склон в дълбочина постепенно се диференцират по структурно-текстурни особености, оформяйки в общия случай генетична последователност от 4 пласти. Отдолу нагоре следват: 1) слабокарбонатна пелитова тина, масивна, умерено обогатена с органично вещество; 2) тънкослоиста пластично-еластична сапропелна тина; 3) неясно- или разнослоиста сапропелна тина; 4) сапропелна тина, масивна, със землест изглед.

Описаната последователност може да бъде в различна степен непълна или да се отличава с редица особености, свързани с проявата на широка гама гравитационно-рекредиментационни явления.

Сапропелоидният хоризонт се подстила от алевропелитови или силно карбонатни (тип „зеекрайд“) плейстоценови тини, бедни на органично вещество. За покривка служат съвременни коколитови тини в различна степен обогатени на теригенни ком-

поненти и органично вещество.

Първите два пласта на сапропелоидния хоризонт са образувани в резултат на нормална и ускорена пелагична или нефелидна седиментация. Текстурните особености на другите два пласта подсказват, че основната част на утайките е натрупана или с участието на пълзящи надолу по склона обводнени частици (крип), или с веществото на различнопълни супензионни потоци, или с материал от формите на латералния гравитационен масотранспорт. Това особено добре се наблюдава в разрезите от долната част на континенталния склон и подножието, където се прислоняват шлейфовете на ретранспортираните по подводните долини утайки. Седиментният материал, който образува акумулативните шлейфове, се мобилизира от периферията на шелфа и от континенталния склон. На значително разстояние по осите на подводните долини и по техните склонове холоценските наслаги частично или изцяло отсъстват. В една или друга степен биват засегнати от подводната ерозия и подсилащите ги новоевксински седименти. Съответно в морфологичните капани на релефа в долната част на континенталния склон и в дълбочина се натрупват многометрови образувания от холоценски, плейстоценски или смесени материали.

Гранулометричният състав на утайките, образуващи сапропелоидния хоризонт, е разнообразен. Основната част от седиментите е представена от алевро-пелити и пело-алеврити, като количеството на фракцията, по-едра от 0,05 mm не превишава 10%. Отклонения има и в двете страни, което дава основание за отделянето на вариететни фации: глинист, алевритов, песъчлив (Хрисчев и др., 1988).

Примесните компоненти с псамитови и алевритови размери се представят главно от кварц, плагиоклас, вулканско стъкло (с различна степен на деградация), опал и халцедон (отделни зърна), марказит, калцит и арагонит; често се срещат частици черупков детрит.

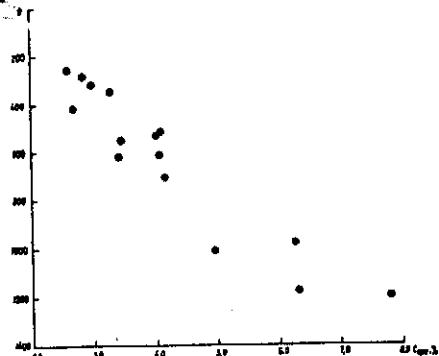
Глинистите образувания са по правило финодисперсни системи, намират се на ниска степен на кристализация. По-отчетливо се засебяват кристални агрегати от типа на хидрослюдите. Рентгено-дифрак-

тометричните изследвания показват, че всред глинистите обра^зувания преобладава групата на хидрослюдите (вероятно димоноидрични с преобладание на алуминий в октаедрите). Добре е застъпена и групата на хлорита – желязосъдържащ, от типа на шамозита. Присъстват единични кристали от каолинит, вермикулит, монтморилонит и смесенослоисти образувания. Възможно е също присъствието на алофан и хидроталкит.

Карбонатните минерални видове в сапропелоидите са представени най-често от нискомагнезиален калцит, арагонит, доломит и калцит (Бутузова, 1971; Георгиев, 1984, 1988; Сорокин, 1978). Характерно е присъствието на различно количество аморфни окиси на силиция – опал, халцедон и вулканско стъкло. Наличието на подобни минерали затруднява количествените изследвания на минералния и химичния състав на утайките чрез инструментално-физични методи.

Съдържанието на Сорг в утайките на сапропелоидния хоризонт варира в широк диапазон. Най-често то е около 5-6%, а максималните му стойности се доближават до 12% и се регистрират в долната част на хоризонта, където се намират пълните тънкослоисти сапропелити с бучковидна и землеста текстура. Забелязва се отчетлива положителна корелация между съдържанието на Сорг в утайките от склона и тяхното батиметрично положение. В рамките на дълбочинния интервал 250 –

H, м



Фиг. 1. Зависимост между дълбочината на залягане и съдържанието на Сорг в холоценските сапропели от континенталния склон на изток от Бургас

1500 m тази зависимост има квазилинейен характер (фиг.1). В непосредствено подстилация сапропелите слой по всички налични опробвани разрези съдържанието на Сорг бързо се понижава до около 1% и дори до по-малки стойности.

По общи химични показатели (табл.1) холоценските сапропелоиди показват значителни отличия от известните формационни еталони – неогенските глини от Руската платформ, глинестоаргилитовите наслаги от континенталния сектор на стратисферата, пелагичните глини и т.н. Тези отклонения са свързани до голяма степен с наличието на вода и органично вещество, асоциирани с глинесто-минералната матрица на холоценските утайки. Преизчислените анализи, позволяващи сравнението да става на еднотипна основа, показват, че показателите на сапропелоидите фактически не се отклоняват рязко от характеристиките за пелитолитите на Руската платформа. По отношение на пелитолитите от стратисферата в цялост се установява изравняване на съдържанието на двуалуминиев триокис, двужелезен триокис и титанов двуокис. В сапропелоидите има повече калиев окис и окиси на алкалните метали, а по-малко – силициев двуокис. Взет в цялост, съставът на сапропелоидите също не се отличава рязко от разпрост-

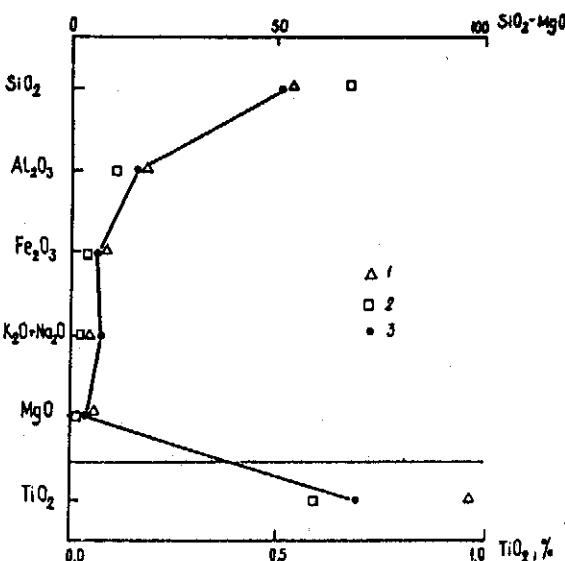
Таблица 1. Осреднени данни за химичния състав на някои пелитолитови седименти (% тегл.)

Компонент	Сапропелни тини, холоцен, Ч. море	Глини, неоген, Руска платформа	Глини и аргилити в стратисферата	Пелагична червена глина
SiO ₂	53,75	64,5	64,07	58,74
TiO ₂	0,74	0,98	0,72	1,06
Al ₂ O ₃	16,70	13,62	16,97	19,21
Fe ₂ O ₃	6,83	6,81	7,13	9,38
CaO	10,08	7,35	3,43	1,47
MgO	3,50	2,71	2,69	4,78
K ₂ O	3,50	2,86	3,57	3,96
Na ₂ O	4,90	1,17	1,42	1,40
Сума	100,00	100,00	100,00	100,00

* По данни от Краткий справочник по геохимии (1977).

ранените върху континентите пелитолитови формации с фанерозойска възраст.

Съпоставката на холоценските сапропелоиди с пелагичните образувания от рода на червената дълбоководна тина и силици-

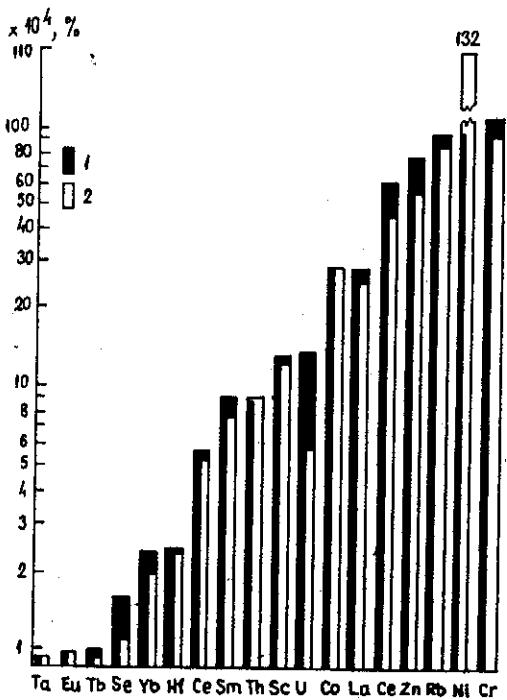


Фиг. 2. Съдържание на окисите на главните елементи в различни пелагични утайки

1 – океанска червена глина; 2 – силициев титан (Краткий геохимический справочник, 1977); 3 – холоценски сапропели от Черно море

товите (диатомовите) тини показва, че сапропелоидите заемат междинно положение (фиг.2). По съдържанието на силициев двуокис, двуалуминиев триокис и алкални окиси сапропелоидите са близки до червената дълбоководна глина, а по съдържанието на двужелезен триокис и титанов окис – до силицитовите тини.

Микроелементното съдържание на холоценските сапропелоиди от Черно море, определяно по различни аналитични методи, е показано в сравнение с показателите на други формационни типове (табл.2, фиг.3). Отчитайки високата степен на обогатеност с органично вещество на холоценските сапропелоиди, можеше да се очаква и повишено съдържание на редица елементи. Фактически това се установява със сигурност по отношение на цинка, медта, урана и молибдена. Кофициентът на концентрация на първите три елемента



Фиг. 3. Съдържание на някои микротлементи в холоценските сапропели (1) и в подстилащите ги плистоценски утайки (2) по данни от неутронноактивационния анализ (16 определения)

варира между 1,2 и 8. Впечатлява обогатяването на сапропелoidите с молибден, което надвишава с 1-2 порядъка кларковото

таблица 2. Съдържание на микротлементи в някои пелитолитови седименти (10^{-4} , % тегл)

Микротлемент	Сапропелитни, холоцен, Ч. море	Глини и аргилити в стратосфера	Пелагична червена глина	Баженовити, Западен Сибир**
V	110	130	120	317
Cr	70	100	9	160
Co	18	20	74	25
Ni	80	95	225	173
Cu	70	57	250	109
Ga	30	30	20	11
Sr	250	450	180	156
Zr	90	200	150	210
Mo	150	2	27	66
Pb	15	20	80	17
U	14	3,2	1,3	-

* По данни от Кратки спомощник по геохимии (1977).

** По данни на Нестров и др. (1986).

съдържание на елемента в пелитолитите на стратисферата.

Характеристиката на сапропелoidите като геологическо образование не би била пълна без някои данни за характеристика на разсеяното в тях органично вещество.

Добавивът на хлороформен екстракт – битумоид, от изследваните образци варира между 0,5 и 2,0 % (на суха проба). Елементният състав на битумоида е както следва (средни стойности): въглерод – 73,3 %; водород – 10,85 %; кислород – 10,9 %; азот – 0,8 %. Съдържанието на сърса не е определено.

Груповите компоненти на битумоида се разпределят така: масла – 19 ± 35 %, смоли – 45 ± 51 %; асфалтени – 20 ± 30 %. Съдейки по инфрачервените спектри на битумоидите в тях взимат участие компоненти с линейна и разклонена въглеродна верига, а също така и с цикланова структура. Характерно е, че в битумоидната част ароматните въглеводороди присъстват в минимално количество – само като следи.

По данни от газово-течната хроматография гамата на нормалните алканови въглеводороди в битумоида съдържа компоненти с 14 – 34 въглеродни атома в молекулата. Преобладават високомолекулните въглеводороди, за които CPI > 1,6 и достига до 3. Нискомолекулната част на н-алкановата гама се характеризира със значения на CPI > 1. Максималните концентрации на индивидуални н-алканни падат върху въглеродите C₂₂, C₂₅, C₂₇, C₂₉ и даже C₃₁. Разпределението на н-алканите има разнообразна конфигурация, често с два и дори с три върха. Съотношението между изопренонидните компоненти пристан и фитан се колебае в широки граници – от 0,5 до 1,8. Подобни показатели свидетелстват за хетерогенен генезис на въглеводородите, влизащи в състава на битумоидната фракция.

Количество на „хуминовите киселини“ в сапропелoidите е ниско – от следи до 0,8 %. По-високите им стойности са характерни за утайките от периферията на шелфа и най-горната част на континенталния склон. Тук, за разлика от битумоидите, в състава на „хуминовите киселини“ са установени и ароматни структури (Велев, Маркова, 1988).

Инфрачервените спектри на керогена от сапропелоидите показват, че като цяло органичното вещество на този вид утайки се състои основно от алифатни хетероструктури с много кислородосъдържащи групи с киселинен и алкохолен характер. Добре изразеният пик на 1000 – 1020 см⁻¹ се свързва с наличието на цикланови структури. И за керогеновата макромолекула е характерно отсъствието на C=C вързката от ароматните пръстени.

От всичко казано дотук, макар и в найобщ план, достатъчно ясно се очертава типовата характеристика на сапропелоидните утайки не само в геологически, но и в чисто аналитичен аспект.

Обаче все още липсват данни, които да определят пригодността на тези седименти за използване в селското стопанство и в промишлеността на страната. Досега са проведени експерименти за оценка на силициово-сапропелоидните им разновидности като сировина за производството на различни видове керамика. Получените резултати показват, че температурата за изпичане на сировината е сравнително ниска (950°C). Получената керамична маса има ниско обемно тегло (1,2 – 1,6 g/cm³), висока обща пористост (35 – 55 %) и е оцветена в пастелножълти и лилави тона. Якостта на натиск варира широко (52 – 235 kg/cm², или 5,1 – 23 MPa). Високото съдържание на алкални окиси в сировината подсказва ниски показатели на температурата на топене, а това е благоприятна предпоставка за нейното използване като компонент на глазури.

Известно е, че в ОНД езерно-блестищите сапропели намират приложение в земеделието, животновъдството и курортологията (Проблемы изпользования сапропелей в народном хозяйстве, 1974). В земеделието сапропелите се използват за наторяване, неутрализиране на кисели почви, структуриране на разпрашените и укрепване (колматиране) на песъчливите почви. В животновъдството те служат като добавка към хранителните смески и като лечебно средство. В курортологията се ценят антибактерийните свойства на сапропелните тини по отношение на патогенни-те гъбички и други микроорганизми.

В Унгария проблемите за утилизация на сапропелите се разработват твърде отдав-

на. Днес тези седименти се разглеждат като перспектива сировина на силикатната промишленост – за производство на стъклокерамични изделия, цимент, стъклени перли, влакна и брашно (Solti, 1985a).

В селското стопанство на Унгария сапропелите се употребяват като наторяващ и подхранващ с макро- и микроелементи продукт, който влияе благоприятно на растежа на слънчогледа и други растения. Смеси от сапропел и бентонитови глини успешно заместват някои фирмени сорбенти в хранителната и нефтената промишленост. Специалистите считат, че по съдържанието си на калай и азот сапропелите се изравняват с първокачествените черноземи и могат без ограничение да се прибавят към висококалорийни, бедни, разпрашени почви дори и към съвършено лишените от хранителни вещества пясъци (Solti, 1985b).

Изводи. Разпространените в западната част на Черно море холоценски сапропелоиди по своите показатели, общо взето, се вписват в рамковата характеристика на фауната. Техните свойства се контролират от батиметрията и морфологията на дънния релеф, а също и от надлъжната и напречната зоналност, характерна за Западно-черноморския седиментационен басейн (Христев и др., 1988).

Образуването на сапропелоидните утайки е резултат от взаимодействието на два процеса: нормална нефелоидна седиментация и реседиментация под влиянието на склоново-гравитационни фактори. Първият процес доминира при натрупването на утайките върху континенталния склон, вторият – върху подводните долини, континенталното подножие и близката част наabisалното дъно.

Минералният, макро- и микроелементният състав на неорганичната матрица на сапропелоидните тини не показва резки качествени разлики в сравнение с показателите, характерни за глинесто-агрилатовите скали въобще и за кватернерните глини на Руската платформа. В сравнение с тези еталони в сапропелоидите е понижено съдържанието на силициев двуокис, хром, стронций, а е повишено съдържанието на калциев окис, натриев двуокис, молибден, уран, мед и цинк.

По отношение на подстилащите плейс-

тоценски седименти холоценските сапропелоиди на Черно море са обогатени с много метални компоненти; обратните случаи са редки.

Съдържанието на органично вещество в сапропелоидите широко варира, като може да достигне до 1/3 от масата на утайките. То има главно авагенен произход, което се доказва от ниското съдържание на алкалинеразтворими продукти. Органичното вещество има поликомпонентен състав, водеща е ролята на бескелетните планктонни организми, но участие взимат още много други видове. Органичните компоненти на сапропелоидите са химично слабо трансформирани, но степента на морфологична и физична деградация на изход-

ните организми е висока.

Въпреки че най-общата характеристика на сапропелоидните тини като геологически обекти е значително изяснена, още много страни от тяхната минералогична и геохимична характеристика остават неопознати. Очевидно, необходима е системна програма за изучаване на тези потенциално полезни за народното стопанство образувания по отношение на техните специфични свойства като ресурси, намиращи приложение в курортното дело, фармацията, хуманната и ветеринарната медицина и т.н. Подобна програма може да се реализира само на национално ниво, с обединените усилия на много изследователски и технологични звена от различен ранг и профил.

Л и т е р а т у р а

Архангельский, А., Н. Страхов. 1938. Геологическое строение и история развития Черного моря. Л., АН СССР. 310 с. Бутузов, Г. 1971. Карбонаты в донных отложениях Черного моря. — Литология и полезные изыскания, 3, 18 — 28. Велев, В. 1988. Голоценовые сапропелоиды Черного моря — современные аналоги пелитолитовых нефтегазоносных формаций. — В: Доклады по геохимическим и химико-физическим вопросам разведки и добычи нефти и газа. Т. 1. Геохимия. Сольник (ВНР), 184 — 192. Велев, В., К. Марков. 1988. Исследование гуминовых кислот, изолированных из шелфовых, склоновых и абиссальных осадков в западной части Черноморской впадины. Пак там, 137 — 145. Георгиеv, B. 1984. Карбонатонакопление на континентальном склоне юго-западной части Черного моря в четвертичное время. — Geologica Balc. Георгиеv, Г. 1988. Магнезиальный кальцит и проблема генезиса карбонатов в древнечерноморских глубоководных осадках. — Geologica Balc. Димитров, П., В. Велев. 1988. Върху възможностите за използване на дълбоководните сапропелоидни тини на Черно море за агробиологични и промишлени цели. — Океанология (С.), 17, 92 — 95. Краткий справочник по геохимии. 1977. М., Недра 184 с. Нестеров, И., И. Ушатинский, А. Рылков. 1986. Минеральные и органические индикаторы нефтетерпиновых отложений.

М., Наука, 114 — 120. Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. 1984. — В: Тезисы докладов 2-й республиканской научной конференции. Минск, Наука и техника. 89 с. Сорокин, В. 1978. О хемогенных карбонатах в осадках Черного моря. — Литология и полезные ископаемые, 5, 87 — 90. Сорокин, В. и др. 1984. Состав и условия формирования позднечетвертичных осадков западной части Черного моря. — В: Изучение геологической истории и процессов современного осадкообразования Черного и Балтийского морей. Ч. 1. Киев, Наукова думка, 89 — 95. Хричев, Х. 1987. Черно море — современен модел на рудообразователни и нефтообразувателни басейни. — Спис. БАН, 6, 30 — 37. Хричев, Х. и др. 1988. Литостратиграфия и литофациальные особенности верхнечетвертичных глубоководных осадков Западночерноморской депрессии. — Geologica Balc., 18, №2, 3 — 17. Шербаков, Ф. и др. 1987. Осадконакопление на континентальной окраине Черного моря. М., Наука. 210 с. Solti, G. 1985a. Prospection and utilization of alginite and oil shale in Hungary. — In: Neogene mineral resources in the Carpathian basin. Budapest, VIIIth RCMNS congress, 503 — 517. Solti, G. 1985b. Agricultural utilization of neogen mineral raw materials in Hungary. — In: Neogen mineral resources in the Carpathian basin. Budapest, VIIIth RCMNS congress, 519 — 530.

Structure and composition of Hologene sapropelites in the western part of the Black Sea

Venelin H. Velev, Petko S. Dimitrov, Maria M. Fayer

(Summary)

The sapropelites being deposited in the western part of the Black Sea are characteristic of the continental slope and the abyssal bottom of the basin. Their structure is a result of two rival processes of sedimentation — nephelite sedimentation and overland flow.

Chemical composition of the mineral fraction of the sapropelites is not qualitatively different from the composition of the well studied ancient clay-argillite formations which are used as a pattern in the facies analyses. Quantitative differences are related to the content of some of the main lithophilous elements (silicon, calcium, sodium) and microelements (molybdenum,

copper, zinc, uranium etc.). These indicators may have an informative value when comparison is made between different types of studied areas and also when decisions for classifications are taken. Organic substance in sapropelites amounts to 1/3 of their weight (dry substance). Its various components are at low degree of transformation state and possess high reaction ability. The content of hydrocarbons and alkali-soluble substances is relatively small. Attempts made for economical utilization of the sapropelites have given positive results but the quantity and variety of sapropelites are still quite limited.

Постъпила на 3.07.1989 г.