

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ОСАДКОВ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Т. И. ГОРШКОВА

При выполнении данной работы перед нами стояли следующие задачи:

выяснить распределение органического вещества в верхних и нижележащих слоях осадков Балтийского моря (без заливов);

по возможности определить источники накопления органического вещества в осадках;

показать зависимость между содержанием органического вещества в осадках и накоплением биогенных элементов в грунтовых растворах.

Накопление органического вещества осадков в большинстве случаев находится в тесной связи с тонкозернистой фракцией ($<0,01$ мм), поэтому одновременно с химическим исследованием был произведен и механический анализ осадков по методу Осборна [4, 6].

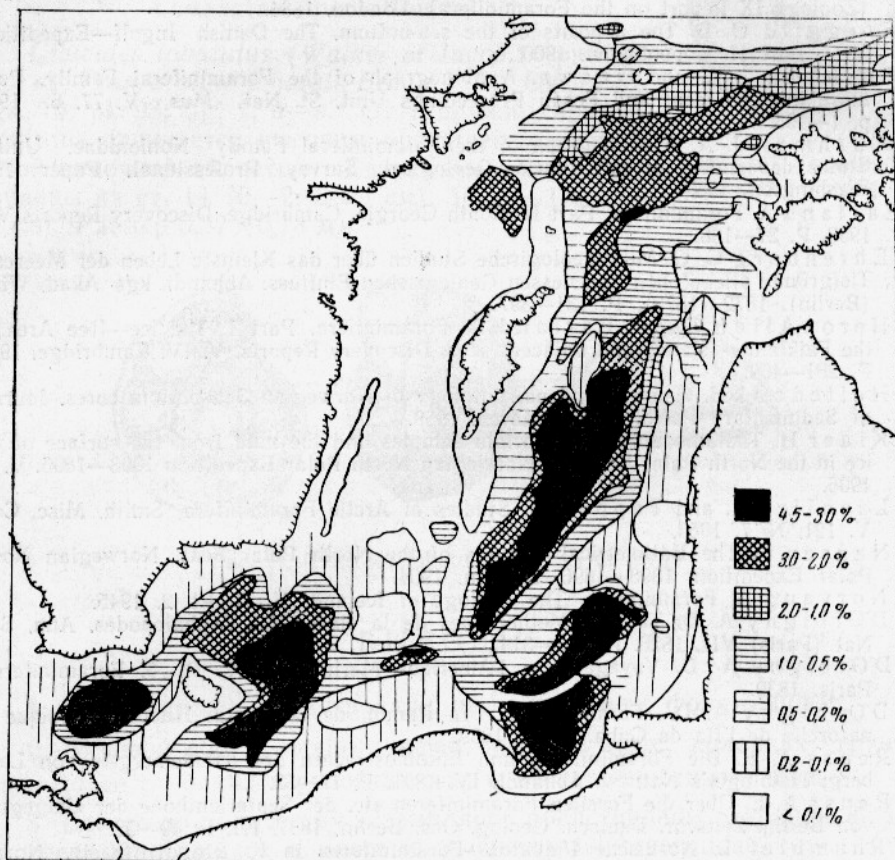


Схема распределения органического углерода в верхнем слое осадков Балтийского моря (содержание углерода в ‰).

Так как Балтийское море образовалось на месте бывшего ледника, покрывавшего весь Скандинавский полуостров, то его осадки можно разделить на две группы: моренные осадки и ленточные глины ледникового возраста; современные осадки.

Моренные отложения, происхождение которых связано с движением ледника, характеризуются наличием глины, песка и камней.

Ленточные глины представляют собой чередование глинистых и песчаных слоев, что обусловлено выносом из тающего ледника тонкозернистых частиц в зимний период и более крупнозернистых в летний период.

Современные осадки образуются в результате переотложения древних отложений, а также за счет взвесей, приносимых с берегов.

Механический состав современных осадков в значительной степени обусловлен рельефом дна и течением, поэтому все впадины Балтийского моря заполнены глинистым илом и илом, а по направлению к берегам располагаются песчанистый ил, илистый песок и песок с камнями.

Ледниковые отложения — моренные и ленточные глины, — как правило, обнажаются на мелководных участках центральной и прибрежной частей моря.

Осадки разного возраста резко различаются между собой по влажности (табл. 1).

Таблица 1

Возраст осадков	Тип осадка	Влажность натураль- ного грун- та в %	Содержа- ние фрак- ции $<0,01$ мм в %	Количе- ство проб
Современные	Глинистый ил	72,67	50,1	23
	Ил	69,73	35,4	10
	Песчанистый ил	52,74	22,8	5
	Илистый песок	31,04	6,0	2
Ледниковые	Ленточная глина	52,12	66,2	5
	Моренная глина	24,94	42,2	16

Как видно из табл. 1, из современных осадков наиболее влажен глинистый ил, а наименее — илистый песок. Влажность ленточных глин, несмотря на высокое содержание в них фракции $<0,01$ мм, близка к влажности песчанистого ила современных осадков, а влажность моренной глины — меньше, чем влажность илистого песка.

Органический углерод был определен в 226 образцах на 136 станциях методом мокрого сжигания в приборе Кюпа. На основании наших анализов и данных S. Gripenberg [8] составлена карта распределения органического углерода в верхнем слое осадков (см. рисунок).

Наибольшее количество органического вещества содержится в осадках глубоководных впадин: Борнхольмской, Готландской и Гданьской. В северной части Балтийского моря в однотипных современных осадках его меньше, чем в осадках южных районов. Очень мало органического вещества в моренной глине (табл. 2).

Таблица 2

Тип осадка	Среднее содержание органического угле- рода в %		Количе- ство проб
	пределы колебаний	сред- нее	

Южная и средняя части Балтийского моря

Глинистый ил	3,39—5,72	4,13	25
Ил	2,29—4,67	3,57	39
Песчанистый ил	0,9—3,11	1,87	10
Илистый песок	0,36—1,17	0,70	8

Северная часть Балтийского моря

Глинистый ил	2,09—3,22	2,41	10
Ил	1,41—2,51	2,09	8
Песчанистый ил	0,68—1,19	0,90	5
Илистый песок	0,30—0,73	0,47	4

Средние данные для всего моря

Глинистый ил	2,09—5,72	3,64	35
Ил	1,41—4,67	3,29	47
Песчанистый ил	0,68—1,87	1,55	15
Илистый песок	0,30—1,17	0,62	12
Ленточная глина	0,42—0,96	0,60	20
Моренная глина	0,11—0,33	0,23	18

Из табл. 2 видно, что как в южной и средней, так и в северной части моря накопление органического вещества в современных осадках находится в прямой зависимости от содержания мелкой фракции ($<0,01$ мм), но в северной части Балтийского моря органического вещества в осадках всех типов меньше, чем в южной и средней частях.

Можно думать, что известное влияние на накопление органического вещества здесь оказывает геологический фактор. Как известно, в Балтийском море до настоящего времени происходит поднятие северной и опускание южной части моря, благодаря чему в северной части больше, чем в южной, выходов древних отложений, бедных органическим веществом. При размыве и последующем переотложении этих древних пород процентное содержание органического вещества в современных осадках северных впадин снижается. В южной части моря ледниковые отложения в большинстве случаев залегают под мощным слоем современных осадков, поэтому в меньшей степени размываются и переоткладываются. Кроме того, источником органического вещества в осадках южной части Балтийского моря служат торфяники, размываемые на дне Гданьской бухты и у берегов Клайпеды.

Большое влияние на обогащение органическим веществом осадков,

Таблица 3

Содержание органического углерода в %	Площадь участка в % от всего моря	Среднее содержание органического углерода в % для каждой группы
4,5—3,0	8,53	3,81
3,0—2,0	14,60	2,28
2,0—1,0	7,83	1,56
1,0—0,5	15,02	0,78
0,5—0,2	10,37	0,27
0,2—0,1	37,93	0,14
$<0,1$	5,75	0,06

залегающих в районе Клайпеды, оказывают воды, поступающие из Курского залива, а в Гданьской бухте — из Вислинского залива, несущие много органического вещества в виде взвесей и в растворенном состоянии. Это подтверждают исследования осадков Курского залива [5, 3].

По карте распределения органического вещества в осадках Балтийского моря (см. рисунок) вычислено,

Примечание. Среднее содержание органического углерода для всего моря составляет 0,98%.

какой процент от площади всего моря составляют участки с различным содержанием органического вещества (табл. 3).

Для сравнения приводим данные по количеству органического вещества в осадках других морей (табл. 4).

Таблица 4

Море	Среднее содержание органического углерода в %	
	колебания	среднее
Азовское	0,6—2,96	1,63
Баренцево	0,15—3,12	1,28
Балтийское	0,05—4,69	0,98
Северный Каспий	0,25—3,0	0,63

Из табл. 4 видно, что наибольшие колебания характерны для осадков Балтийского моря, в то время как среднее содержание углерода в его осадках меньше, чем в Азовском и Баренцевом морях, и лишь немного больше, чем в Северном Каспии.

Разница в содержании органического вещества в осадках различных районов Балтийского моря объясняется разнообразным рельефом дна и тесно связанным с ним механическим составом осадков, а также их возрастом. Органическое вещество отмерших организмов и поступившее с берега переносится вместе с тонкозернистой взвесью и захороняется в глубоководных впадинах, площадь которых составляет всего около 20% от общей площади моря.

Большую часть площади моря занимает мелководный район с грубозернистыми осадками, содержащими меньше 0,3% органического углерода. Этим и объясняется низкое среднее количество его при пересчете на все море.

Исследования осадков по вертикали, проведенные S. Gripenberg [8] и нами, показали, что если под современными осадками обнаружены осадки более древнего происхождения, то они резко различаются по содержанию органического вещества (в первых 6,3%, во вторых 0,05%).

Чтобы выяснить, какова отдача биогенных элементов из грунта в воду, мы исследовали грунтовые растворы донных отложений Балтийского моря.

Для анализа взяли пробы шести станций (табл. 5), резко отличающихся между собой по цвету и по механическому составу осадков [2].

Таблица 5

Номер станции	Глубина в м	Координаты		Длина колонки в см	Осадки
		N	E		
55	110	54°54,4'	19°15'	120	Черный пористый глинистый ил
61	53	54°58'	10°15'	65	23 см зеленовато-серого илистого песка, 15 см розоватого ила, 27 см розовой глины
49	106	55°42,5'	18°26'	120	120 см зеленовато-серого ила
7	94	59°00'	19°54'	138	1 см илистого песка, 137 см глины
12	68	58°59'	21°22'	45	1 см илистого песка, 31 см глины, 13 см глины с песком
15	110	59°06'	21°52'	149	Черный пористый глинистый ил

Результаты исследований грунтовых растворов приведены в табл. 6.

Таблица 6

Номер станции	Толщина слоя в см	Вода в % к влажной навеске	Углерод органи- ческий в % к су- хой навеске	Химический состав грунтовых растворов							
				Cl в ‰	Si в мг/л	P в мг/л	N		pH	щелочность в мг-экв/л	окисляемость в мг O ₂ /л
							NH ₄ в мг/л	NO ₂ в мг/л			
55	0—8	80,4	4,07	7,41	17,5	1,0	10,0	9,0	7,36	6,58	—
	8—25	81,0	—	7,41	25,0	2,0	12,5	0,0	8,04	10,68	13,6
	35—50	77,3	3,79	7,15	35,0	2,9	27,5	0,0	8,16	15,06	15,2
	65—80	76,4	6,34	7,33	35,0	2,9	27,5	0,0	8,15	16,24	—
61	100—113	70,2	4,37	7,33	45,0	3,1	45,0	18,0	8,15	—	16,8
	0—20	17,5	0,36	6,01	9,3	0,23	9,0	—	7,26	1,18	3,2
	20—38	33,5	0,26	6,45	8,7	0,20	9,0	—	7,86	2,38	4,08
	40—65	39,9	0,33	5,72	6,2	0,15	7,0	—	8,14	3,08	1,6
49	0—10	79,1	3,5	6,16	17,0	0,8	13,0	6,0	7,16	2,50	3,2
	10—20	75,1	—	6,38	15,0	1,2	10,0	0,0	8,05	2,88	—
	50—70	66,3	3,10	6,16	15,0	1,3	15,0	0,0	8,05	4,52	8,6
	90—110	67,8	4,10	6,23	13,0	0,8	10,0	—	8,16	6,16	12,8
7	0—20	53,8	0,58	6,16	12,0	0,45	—	0,0	7,66	2,04	5,9
	120—138	56,1	0,59	5,72	6,8	0,05	5,0	—	7,77	2,04	3,8
12	5—20	39,2	0,17	5,72	7,5	0,05	—	—	7,96	1,64	—
	30—45	10,9	0,22	4,55	—	—	—	—	7,88	1,84	—
15	0—20	71,1	2,31	6,01	31,0	2,0	35,0	20,0	7,96	18,54	12,0
	115—140	61,5	2,07	5,07	25,0	2,2	6,0	0,0	8,17	25,72	3,04

Как видно из табл. 6, в современных осадках впадин (ст. 55, 49 и 15) содержится до 6,34% органического углерода, а в осадках ледникового возраста (ст. 7, 12, 61) его количество составляет лишь десятые и сотые доли процента. В связи с этим и содержание биогенных элементов в грунтовых растворах резко отличается в различных типах осадков.

Грунтовые растворы современных осадков характеризуются большим количеством фосфора, кремния, высокой щелочностью и окисляемостью, увеличивающимися постепенно от верхних горизонтов к нижним так же, как и в других морях [1]. В грунтовых растворах ледниковых отложений биогенных элементов очень мало. В связи с этим можно думать, что отдача биогенных элементов из грунта в воду должна быть наиболее интенсивной в глубоководных впадинах, что подтверждается и значительным увеличением их содержания в придонной воде [7, 9].

ВЫВОДЫ

1. По влажности натурального грунта и содержанию органического вещества осадки Балтийского моря можно разделить на несколько типов, главными из которых являются моренные и ленточные глины позднеледникового возраста и современные осадки.

2. Отличительной особенностью ледниковых осадков является незначительная влажность натурального грунта (для ленточной глины в среднем 52%, для моренных отложений 24%) при тонкозернистом составе осадка (содержание фракций меньше 0,01 мм в ленточной глине 66,2%, в моренных отложениях 42,2%).

Вторым отличительным признаком ледниковых отложений является очень низкое содержание органического вещества (0,60% в ленточной глине и 0,23% в моренных отложениях). Для розоватой глины типичным является также повышенное содержание карбонатов.

3. Современные осадки характеризуются высокой влажностью натурального грунта, что находится в тесной зависимости от богатства осадков органическим веществом, наличия большого количества газов и связанной с ними пористой структуры осадков.

Влажность современных осадков зависит от их механического состава, поэтому наибольшая влажность (больше 80%) характерна для глинистого ила, наименьшая — для илистых песков (до 17,5%) и песков. В моренных глинах наименьшее количество влаги — 10,9%.

4. Накопление органического вещества в современных осадках связано с содержанием мелкой фракции, но в южной части моря этот процесс идет интенсивней, чем в северной, что может быть связано с особо благоприятным для этого рельефом дна (наличие узких глубоководных впадин), опусканием южной части моря и поднятием северной, а также с замедленными течениями над южными впадинами [4]. Существенную роль в накоплении органического вещества играет принос его из Курского залива и рек. Осадки Курского залива наиболее богаты органическим веществом, так как содержат большое количество растительных остатков. Об этом свидетельствует высокий процент органического углерода (до 6,5%) в осадках и грунтовых растворах, обогащенных биогенными элементами.

5. Накопление органического вещества в осадках впадин совпадает с районами наименьшей биомассы бентоса, так как незначительный процент кислорода и наличие большого количества газов, являющихся продуктами распада органического вещества осадков, создают неблагоприятные условия для жизни донного населения. В то же время эти осадки являются главными поставщиками биогенных элементов из грунта в воду, на что указывают исследования грунтовых растворов.

Возможно, что богатство бентоса, планктона и рыбы в юго-восточной части Балтийского моря объясняется обогащением воды этого района биогенными элементами из Курского залива и в результате поступления из донных отложений.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горшкова Т. И. Химический состав грунтовых растворов Азовского моря и Таганрогского залива. Труды ВНИРО. Т. 31. Пищепромиздат. 1955.
2. Горшкова Т. И. Химический состав грунтовых растворов Балтийского моря. ДАН СССР. Т. 113. № 4. 1957.
3. Горшкова Т. И. О характере донных отложений Курского залива. Информационный сборник ВНИРО. № 3. Изд-во журнала «Рыбное хозяйство». 1958.
4. Горшкова Т. И. Осадки Балтийского моря. Труды ВНИРО. Т. 42. Пищепромиздат. 1960.
5. Гуделис В. К. Современные осадки залива Куршо Марес и их литологическая характеристика. Институт геологии и географии АН Литовской ССР. Научные сообщения. Т. 8. Вильнюс. 1958.
6. Кленова М. В. и Авилов И. К. Инструкция по механическому анализу. Инструкция ГОИНа. № 8. 1933.
7. Рябиков О. Т. О распределении биогенных элементов в открытой части Балтийского моря в 1955 г. Труды Балтиро. Вып. 11. Изд-во газеты «Калининградская правда». Калининград. 1956.
8. Gripenberg S. A Study of the Sediments of the North Baltic. 1934.
9. Hela Ilmo and Koroleff Folke. Hydrographical and Chemical data collected in 1956 on board the r/v Aranda in the Baltic Sea, Havsforskningens institutets Skrift. № 183. 1958.