

# ИСТОЧНИКИ ВЗВЕСИ В ВОДЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДОННЫХ ОСАДКОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

*Е.О. Спиридонова*

Южный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии,  
г. Керчь, ул. Свердлова, 2

*E-mail: lspyrydonov@kerch.net*

*Рассмотрены особенности распределения осадочного материала на различных участках акватории Керченского пролива. Проведенный анализ свидетельствует о влиянии дноуглубительных работ, волнения, течений, а также о постоянном поступлении осадочного материала из Азовского моря в северо-восточную часть Керченской бухты. Одним из источников отложений стала Тузлинская промоина и сама дамба.*

**Введение.** Экологическая система Керченского пролива испытывает постоянно нарастающий антропогенный пресс. Это связано с различного рода воздействиями, в первую очередь с гидротехническим строительством и проведением дноуглубительных работ, сопровождающимся дампингом изымаемых грунтов в подводные отвалы, а также с погрузочно-разгрузочными операциями в портах и на рейде. Эти мероприятия являются антропогенными источниками взвешенного в воде вещества, которое участвует в процессе донного осадконакопления. Очевидно, что антропогенное вмешательство, как и природные изменения, требуют всесторонней научно-обоснованной оценки для прогноза трансформаций экосистем.

**Материалы.** В данной работе представлены сведения о природных и антропогенных источниках взвеси и донных осадках, полученные в результате исследований, проведенных ЮгНИРО в 1997-2005 годах на различных участках Керченского пролива. Используются также данные с ИСЗ.

Содержание взвешенного вещества в пробах воды, которые отбирались на каждой станции с поверхности и придонного горизонта, определялось известным классическим методом [1].

Пробы донных осадков были подвергнуты лабораторному анализу на определе-

ние гранулометрического и химического состава, а также основных физических свойств в Керченской комплексной эколого-геологической лаборатории в соответствии с ГОСТ 12536-79 и ГОСТ 5180-84 [2, 3]. Дополнительные характеристики гранулометрического состава и физические параметры донных отложений определены согласно методикам, принятым в инженерной геологии [4, 5]. Для выделения типов донных отложений использована классификация морских обломочных осадков по гранулометрическому составу П.Л. Безрукова и А.П. Лисицына [6] с уточнениями В.П. Усенко для Азовского моря [7].

**Результаты исследований.** Наблюдения показывают, что швартовые операции и маневрирование судов у причальных стенок, а также сопровождающая эти операции работа буксиров вызывает резкие повышения (в 5–6 раз больше фона) концентрации суммарного взвешенного в воде вещества. При этом вследствие ограниченности водообмена портов с окружающими водами, снижение концентрации взвеси в водах акватории порта происходит крайне медленно.

Одна из экологических микросъемок в Керченском морском торговом порту была направлена на исследование влияния работы многочерпакового земснаряда. Работа дночерпателя сопровождалась значительным (в несколько десятков раз больше фона) повышением концентрации взвешенного вещества в верхнем и придонном слоях. На примыкающей к порту акватории Керченской бухты образовалось пятно взмученных вод, которое на поверхности различалось визуально и имело ярко выраженную внешнюю границу.

В Керченской бухте при дноуглубительных работах в придонном слое на отдельных участках были отмечены концентрации взвешенного вещества до 30 мг/л [8]. Исследования дают основание полагать, что типичные орографические вихревые образования течений в бухте представляют собой естественные морфологические ловушки, способные улавливать и концентрировать взвесь.

В ходе выполнения ЮгНИРО серии экологических съемок в районе рейдовой перевалки грузов (площадка № 450), расположенном в юго-западной части пролива, были зафиксированы повышенные концен-

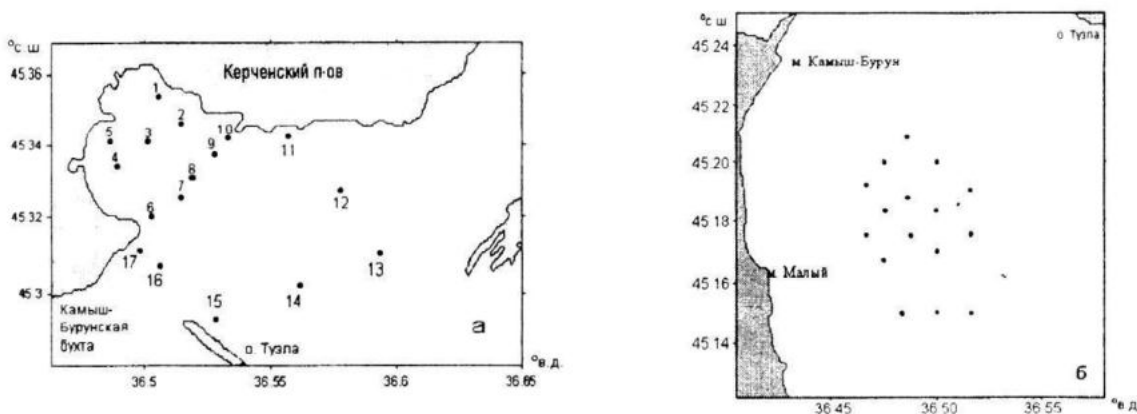


Рисунок 1 – Схемы распределения станций отбора проб в Керченской бухте (а) и в районе рейдовой перевалки грузов (б)

трации суммарной взвеси. Максимальная концентрация взвеси, как в верхнем слое вод, так и у дна, в различное время превосходила ее фоновое содержание в 1,5-6,0 раз. Средние же значения были больше фоновых концентраций в 1,3-3,0 раза.

Влияние свалки грунтов дноуглубления, расположенной в черноморском предпроливье на черноморскую экосистему детально описано в статье [9]. В ней, в частности, показано, что концентрация загрязнителей в грунте, изымаемом из Керченского пролива, на акватории свалки в 5-200 раз превосходит соответствующие фоновые значения, а влияние зоны дампинга на содержание в воде взвешенного вещества сказывается на значительных расстояниях, в том числе и в Керченском проливе.

После сооружения Тузлинской дамбы в проливе возникли новые мощные источники взвешенного вещества, обусловленные абразией дна и берегов в районе Тузлы, как следствие изменений и интенсификации локальной системы течений вокруг этого острова и в Таманском заливе, а также в результате периодически ведущихся дноуглубительных работ в районе узкости между о. Тузла и дамбой [10]. Постоянно присутствующие у западной и восточной оконечностей острова потоки взмученных вод, которых не было до сооружения дамбы, отчетливо фиксируются на спутниковых снимках.

Природные источники взвешенного вещества в водах Керченского пролива связаны с абразией берегов, ветровой деятельностью, стоком впадающих в пролив рек, развитой системой локальных течений при малой глубине и низкой уплотненности

донных отложений.

В вершину Керченской бухты впадает речка Мелек-Чесме, а в акватории Керченского морского торгового и рыбного портов, соответственно, речки Булганак и Джарджава. Несмотря на небольшую водность, эти речки во время паводка сбрасывают в прибрежную зону значительные объемы взвешенного вещества.

В октябре 2002 года после паводка в верхнем слое вод Керченской бухты при фоновом содержании ~ 1 мг/л, концентрация взвеси достигала 3,0-8,0 мг/л. В приустьевых областях в придонном слое содержание взвешенного вещества возросло до 10-20 мг/л.

После штормов в Керченском проливе наблюдаются максимальные концентрации взвешенного вещества, достигающие 70-80 мг/л.

Главной природной причиной появления значительных концентраций взвеси (10-20 мг/л на поверхности) в Керченском проливе служат азовские течения. В периоды черноморских течений концентрация суммарного взвешенного вещества в верхнем слое вод пролива, как правило, в 1,5-2 раза ниже. У дна концентрация взвешенного вещества в обоих случаях, примерно, в три раза выше, чем в верхнем слое.

В целом фоновая концентрация суммарного взвешенного вещества в водах Керченского пролива выше, чем его содержание на смежных участках Черного и Азовского морей. Это видно на спутниковых снимках, где наиболее мутные воды сосредоточены в северной части пролива, от азовской узости до о. Тузла [8, 11].

Источниками взвешенного вещества определяются свойства и состав донных осадков рассматриваемой акватории. Наличие мощных антропогенных источников способствовало формированию аномальных свойств донных осадков в Керченском проливе, не типичных для естественной среды.

Согласно оценкам [12, 13], а также результатам океанографических исследований ЮгНИРО скорость осадкообразования на акватории Керченского пролива в течение последних десятилетий постоянно возрастала, и сейчас оценивается на уровне 8-12 мм/год, что в 30-40 раз выше, чем при есте-

ственном седиментогенезе. Современные донные осадки здесь также отличаются аномально низким уплотнением и высокой текучестью.

Анализ проб донных осадков пролива (табл. 1, 2) свидетельствует о том, что они относятся к терригенному и биогенному типу современных донных осадков. Среди последних отчетливо видны известковые (гравий раковинный) и слабо известковые (смешанные осадки и мелкоалевритовые илы) образования. Типичные терригенные осадки представлены алевритово-глинистыми и глинистыми илами.

Таблица 1 – Гранулометрический состав донных осадков в Керченской бухте в марте 2002 года

№ ст.	Гранулометрический состав: размер (мм), вес (%)											Тип донного осадка
	> 10	10 - 5	5 - 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	< 0,005	
1	15.1	12.9	9.3	4.4	2.6	3.1	6.5	1.2	38.3	3.6	3.0	Гр + МАИ
2	-	-	2.5	2.1	1.4	0.7	1.4	1.6	13.3	20.0	57.0	Гли
3	-	-	-	-	0.6	0.1	0.2	23.6	13.5	14.4	45.8	АГли
4	12.0	7.5	7.5	2.9	1.6	1.9	3.5	1.6	32.8	13.2	15.5	МАИ
5	31.0	2.3	1.6	0.5	0.3	0.8	2.6	20.4	16.4	9.5	14.6	МАИ
6	24.4	16.7	16.4	6.7	2.7	2.3	16.0	0.8	5.8	4.5	3.7	ГрР
7	-	-	-	-	-	0.2	0.9	8.3	23.0	18.1	49.5	Гли
8	10.2	6.6	4.2	2.0	1.2	1.3	3.2	2.2	20.1	10.7	38.3	МАИ
9	30.1	9.6	5.0	2.0	1.0	1.2	5.9	3.4	26.9	10.7	4.2	Гр + МАИ
10	5.4	1.0	0.4	0.9	0.5	0.4	2.1	1.4	35.9	12.7	39.3	АГли

Гр + МАИ - Смешанные осадки, Гли - Глинистый ил, АГли - Алевритово-глинистый ил, МАИ - Мелко-алевритовый ил, ГрР - Гравий раковинный.

Таблица 2 – Основные компоненты химического состава донных осадков Керченской бухты в марте 2002 года, %

№ ст.	Тип грунта	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub>
1	ГрМаИ	48.36	0.36	12.77	3.32	1.73	1.47	11.98	1.68	1.88	21.38
2	Гли	67.38	0.20	4.92	5.08	2.17	0.97	2.77	1.65	2.74	4.94
3	АГли	70.22	0.16	3.40	4.55	2.34	0.90	1.59	2.44	2.82	2.84
4	МаИ	47.92	0.56	12.97	3.53	1.73	1.51	8.31	1.68	1.98	14.83
5	МаИ	56.44	0.44	10.88	3.63	1.94	1.69	7.21	2.02	2.33	12.87
6	ГрР	39.60	0.12	6.36	1.62	1.36	1.39	22.62	1.34	1.27	40.38
7	Гли	71.50	0.08	3.58	4.70	2.24	0.54	1.39	2.09	2.70	2.48
8	МаИ	62.06	0.28	8.02	4.13	1.90	1.39	5.12	1.71	2.55	9.14
9	ГрМаИ	46.02	0.44	13.94	3.50	1.60	1.27	11.44	1.68	2.03	20.42
10	АГли	66.78	0.24	5.18	4.25	1.94	0.97	3.86	1.94	2.63	6.89

Однотипные донные осадки, имея сходные гранулометрические характеристики, отличались между собой в зависимости от участка распространения по химическому и

минералогическому составам и физическим свойствам.

Алевритово-глинистые и глинистые илы, в отличие от других осадков, имели

низкие концентрации  $TiO_2$  и  $Al_2O_3$ , что ранее было характерно для посткарангатских отложений в Керченском проливе. Это указывает на то, что в состав донных отложений, наблюдаемых в Керченской бухте, входят частицы реликтового осадочного материала. Перейти во взвешенное состояние он мог только в результате антропогенного вмешательства – разрушения дна углубительными работами.

Подтверждением постоянного поступления осадочного материала и быстрого его отложения в зоне подходного канала и в северо-восточной части исследуемого района, у мыса Змеиный, служат также существенные отрицательные значения показателя естественного уплотнения осадков ( $K_d$ ), которые свидетельствуют о самой начальной стадии этого процесса. На интенсивное осадконакопление здесь также указывает присутствие в глинистых осадках значительного количества сульфидов железа. В результате чего развивается сильно восстановительная обстановка и интенсифицируются процессы сульфатредукции и пиритообразование. Поэтому, можно утверждать, что одним из источников осадочного материала пелитовой размерности, который накапливается в последние годы в Керченской бухте являются дноуглубительные работы в зонах подходных каналов и в портах.

Характер распределения гранулометрических показателей свидетельствует о том, что перераспределение осадочного материала в Керченской бухте определяется гидродинамическими факторами. Для северной и западной мелководных частей бухты – это преимущественно волнение, для юго-восточной части – система течений. Это, прежде всего, находит отражение в распределении соответственно материала размером крупнее и мельче 0,05 мм.

Определенную корректуру вносит ракушечный материал, присутствующий в значительных количествах на участках, где осадочный материал представлен размером более 0,05 мм.

После сооружения дамбы в Тузлинской промоине к 2005 г. на различных участках исследуемой акватории зоны активной динамики в донных осадках сменились зонами с застойными явлениями и наоборот.

В вершинной части Керченской бухты произошло накопление мелкоалевритового

(47,5 против 21,9 %) и пелитового (32,8 против 16,4 %) материала, где в результате образовался типичный мелкоалевритовый ил ( $M_d$  0,019 мм), который заменил смешанные осадки. Причем, процесс отложения этого материала, по-видимому, продолжается, о чем свидетельствуют низкие отрицательные показатели степени естественного уплотнения мелко-алевритового ила в вершинной части бухты ( $K_d = -7,46$ , против  $-4,88 - -2,85$  на других участках ее акватории).

Поступая в Керченскую бухту в составе пелитов, тонкодисперсные частицы способствуют вместе с ними образованию обширного ареала алевритово-глинистого и глинистого илов, который охватил, практически, всю ее акваторию, включая прибрежные участки вблизи мысов Карантинный, Змеиный и Белый. Характерно, что тонкодисперсные частицы присутствуют во всех типах донных осадков района, составляя от 53,0 до 83,0% пелитовой фракции.

На крайних северных мелководных участках бухты, у мысов Карантинный и Змеиный, а также на отмели, вблизи м. Белый, отмечены процессы размывания дна. На это указывает смена мелко-алевритовых илов ракушечными образованиями. Ракушечные донные отложения, как показатель процессов размыва дна, обнаружены также к югу от м. Белый и в Керчь-Еникальском канале (Павловская узость) (рис. 2).

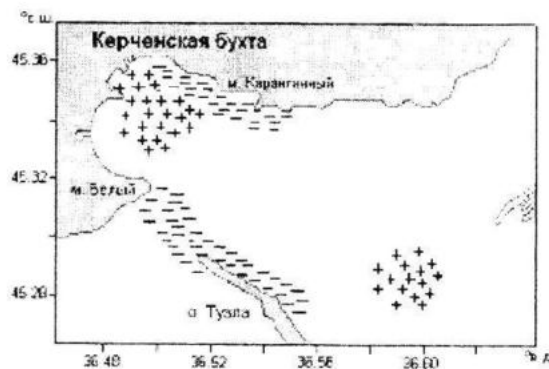


Рисунок 2 – Схема динамики донных отложений на акватории Керченского пролива после сооружения тузлинской дамбы (2003–2005 гг.)

- + - области накопления осадков,
- - участки размыва дна

**Выводы.** Мощный антропогенный источник взвешенного вещества в Керченском проливе связан с дноуглубительными работами и последующим складированием



изъятого грунта в подводные отвалы.

Расположенные в Керченском проливе порты и площадки рейдовой перевалки грузов также представляют собой антропогенные источники взвеси в морской воде.

После строительства Тузлинской дамбы в Керченском проливе возникли дополнительные источники взвешенного вещества, связанные с дамбой и промоиной.

Осадконакопление в проливе отличается аномально высокой скоростью, а сами донные осадки – низкой уплотненностью и текучестью. Наиболее интенсивное отложение донных осадков характерно для северо-восточной и центральной частей Керченской бухты.

Основной фактор, определяющий распределение осадков на акватории Керченской бухты, связан с локальной системой течений. Северо-восточная часть бухты наиболее активно заносится азовскими течениями.

После сооружения Тузлинской дамбы на различных участках исследуемой акватории зоны активной динамики сменились зонами с застойными явлениями и наоборот.

Не отмечавшаяся до сооружения дамбы абразия дна сформировалась у северо-западной оконечности о.Тузла. В то же время между косой Чушка и о. Тузла образовалась область накопления донных осадков.

Размыв дна, выявленный на мелководных участках Керченской бухты, вдоль ее северного побережья и у мыса Белый, обусловлен, по-видимому, преимущественно процессами волнового воздействия.

### Л и т е р а т у р а

1. А.П. Лисицын. Методы сбора и исследования взвеси для геологических целей //Труды института Океанологии. 1956. – 19. – С. 262–287.

2. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Изд-во стандартов. 1980. – 25 с.

3. ГОСТ 5180-84. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М.: Изд-во стандартов. 1985. – 25 с.

4. В.Д. Ломтадзе. Инженерная геология. Инженерная петрология. – Л.: Изд-во «Недра», 1968. – 482 с.

5. В.Д. Ломтадзе. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. – Л.: Изд-во «Недра», 1972. – 312 с.

6. П.Л. Безруков, А.П. Лисицын. Классификация осадков современных морских водоемов. – Труды ИОАН СССР, т. 32, 1960. – С. 3–15.

7. В.П. Усенко, С.И. Рыбалко, Г.А. Корвацкий и др. Современные донные осадки Белосарайского участка // В кн.: Методика геолого-съёмочных работ в акватории Азовского моря. – Киев: Изд-во «Наукова думка», 1974. – С. 76–162.

8. П.Д. Ломакин, А.И. Чепыженко, Б.Н. Панов, Р.В. Боровская. Гидрологические условия и характеристика загрязнения вод Керченского пролива в мае 2005 года по данным контактных измерений и спутниковых наблюдений // Исследования Земли из Космоса. № 4, 2006. – С. 27–33.

9. О.А. Петренко, Л.К. Себах, Д.Я. Фащук. Некоторые экологические последствия дампинга в Черном море грунтов, извлекаемых при дноуглублении в Керченском проливе // Водные ресурсы. 2002. № 5. – С. 622 – 635.

10. П.Д. Ломакин, Д.Б. Панов, Е.О. Спиридонова. Изменение важнейших составляющих экосистемы Керченского пролива после сооружения тузлинской дамбы. Препринт. Морской гидрофизический институт НАН Украины. – Севастополь. 2008. – 74 с.

11. П.Д. Ломакин, Р.В. Боровская. Возможность контроля системы течений в Керченском проливе на базе спутниковой информации // Системы контроля окружающей среды. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 2005. – Выпуск 5. – С. 255–257.

12. Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря / Коллектив авторов.– Апатиты: 1999. – 366 с.

13. Е.Н. Невесский. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. – М.: Изд-во «Наука». 1967. – 254 с.