

П. Д. Ломакин*, Е. О. Спиридонова**

**Морской гидрофизический институт НАН Украины, г. Севастополь*

***Южный научно-исследовательский институт
морского рыбного хозяйства и океанографии, г. Керчь*

ДИНАМИКА ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В КЕРЧЕНСКОМ ПРОЛИВЕ ДО И ПОСЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТУЗЛИНСКОЙ ДАМБЫ

Обобщены результаты комплексных экспериментальных исследований, которые были выполнены в 2002 – 2006 гг. Южным научно-исследовательским институтом морского рыбного хозяйства и океанографии в Керченском проливе. Рассмотрены свойства и особенности распределения осадочного материала на различных участках акватории пролива до и после сооружения Тузлинской дамбы. В качестве факторов, обуславливающих распределение донных осадков, исследована система локальных течений. Выявлены участки дна с изменившимися гидрогеологическими характеристиками. Это Керченская бухта, Павловская узкость, участок у северо-западной оконечности о. Коса Тузла и проход между косами Тузла и Чушка. Рассмотрены некоторые закономерности в динамике донных отложений на этих участках, связанных с циркуляцией вод, трансформировавшейся вследствие сооружения Тузлинской дамбы.

Цель настоящей работы – исследование донных осадков в Керченском проливе и их динамики в зависимости от системы локальных течений в связи с влиянием Тузлинской дамбы, сооруженной здесь осенью 2003 г.

Материал и методика. В качестве исходных данных использованы материалы шести комплексных океанографических (включающих гидрогеологический блок) съемок акватории Керченского пролива, реализованных сотрудниками Южного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ЮгНИРО) за время с 2002 по 2006 гг.

Пробы донных осадков были подвергнуты лабораторному анализу на определение гранулометрического и химического состава, а также основных физических характеристик. Гидрогеологический анализ проведен в Керченской эколого-геологической лаборатории в соответствии с ГОСТ 12536-79 и ГОСТ 5180-84 [1, 2]. Дополнительные характеристики гранулометрического состава и физические параметры донных отложений определены согласно методикам, принятым в инженерной геологии [3, 4]. Для выделения типов донных отложений использована классификация морских обломочных осадков по гранулометрическому составу П. Л. Безрукова и А. П. Лисицына [5] с уточнениями В. П. Усенко для Азовского моря [6].

К анализу также были привлечены стандартные океанографические параметры среды, полученные в серии упомянутых выше комплексных съемок.

Обсуждение результатов. Свойства и состав донных осадков рассматриваемой акватории в существенной мере определяются источниками взвешенного вещества, среди которых, как показано в [7], особая роль принадлежит мощным антропогенным продуцентам взвеси. Наличие этих источников способствовало формированию аномальных свойств донных осадков в Керченском проливе, не типичных для естественной среды. По мере на-

растания влияния антропогенного пресса изменялись гидрогеологические условия в районе пролива.

Так, согласно оценкам [8 – 12], а также результатам рассматриваемых гидрогеологических съемок 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 естественном седиментогенезе. Современные донные осадки здесь также отличаются аномально низким уплотнением и высокой текучестью.

Рассмотрим результаты гидрогеологического анализа исследуемой акватории по материалам съемки 2002 г., отражающей ситуацию до сооружения Тузлинской дамбы.

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

Однотипные донные осадки, имея сходные гранулометрические характеристики, отличались между собой в зависимости от участка распространения по химическому и минералогическому составам и физическим свойствам.

Выделялись алевритово-глинистые и глинистые илы, которые, в отличие от других осадков, имели низкие концентрации TiO_2 и Al_2O_3 , что ранее было характерно для посткарангатских отложений в Керченском проливе.

Данный результат указывает на тот факт, что в состав материала, которым в современных условиях заносится Керченская бухта, входят частицами осадочного материала, образовавшегося в проливе несколько тысячелетий назад. Эти осадки расположены под дном на отметках около 5 м и глубже. Очевидно, что перейти во взвешенное состояние залегающий под дном пролива исторический осадочный материал мог только в результате антропогенного вмешательства – разрушения

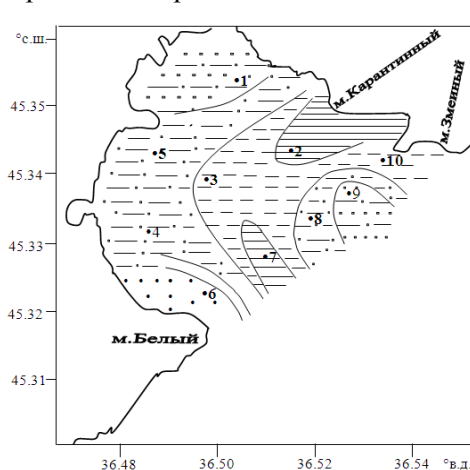


Рис. 1. Схема грунтов в Керченской бухте. Цифрами обозначены номера грунтов, наименования и свойства которых представлены в табл.1 и 2.

дна углубительными работами.

В последнее десятилетие наблюдается обмеление Керченской бухты и акватории Керченского морского торгового порта. Этот процесс существенно активизировался после сооружения Тузлинской дамбы.

Об интенсивном осадконакоплении здесь указывает присутствие в глинистых осадках значительного содержания сульфидов железа, отлагающихся в зоне подходного канала и в восточной части бухты. В результате чего развивается сильно восстановительная обстановка и интенсифицируются процессы сульфатредукции и пиритообразование.

Т а б л и ц а 1. Гранулометрический состав донных осадков в Керченской бухте в марте 2002 г.

| № ст. | 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 |

Обозначения: Гр + МАИ – смешанные осадки, ГЛИ, АГЛИ, МАИ – глинистый, алевроитово-глинистый, мелко-алевритовый илы, ГрР – гравий раковинный.

Т а б л и ц а 2. Основные компоненты химического состава донных осадков Керченской бухты в марте 2002 г., %.

| № ст. | тип грунта | SiO_2 | TiO_2 | Al_2O_3 | Fe_2O_3 | FeO | MgO | CaO | Na_2O | K_2O | $CaCO_3$ |
|-------|------------|---------|---------|-----------|-----------|-------|-------|-------|---------|--------|----------|
| 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 |

Подтверждением постоянного поступления осадочного материала и быстрого его отложения в зоне подходного канала и в северо-восточной части исследуемого района, у м.Змеиный, служат существенные отрицательные значения показателя естественного уплотнения осадков K_d , которые свидетельствуют о самой начальной стадии этого процесса.

Поэтому, можно утверждать, что один из источников осадочного материала пелитовой размерности, который накапливается в последние годы в Керченской бухте, связан с дноуглубительными работами в зонах подходных каналов и в портах.

Характер распределения гранулометрических параметров свидетельствует о том, что поступление осадочного материала в Керченскую бухту 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. Т.е. на акватории бухты динамическими факторами контролируется не только гранулометрический, но и вещественный состав донных осадков.

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

Рассмотрим возможные механизмы, вызывавшие заносимость Керченской бухты до сооружения Тузлинской дамбы.

Для выявления путей поступления взвешенного вещества на акваторию Керченской бухты в ситуации до сооружения Тузлинской дамбы, воспользуемся результатом типизации течений в бухте, представленной на рис.2, детальное описание которой можно найти в [7].

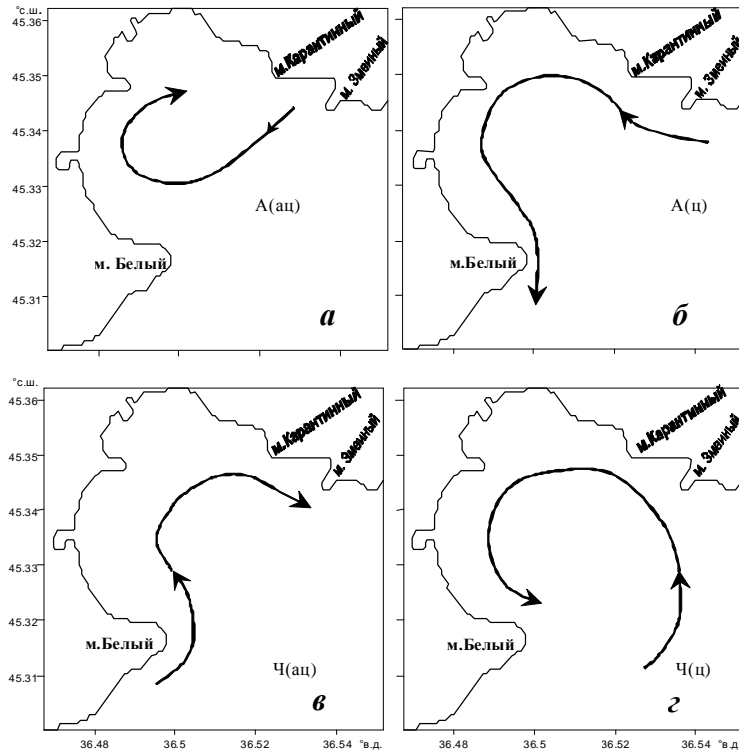
Необходимо отметить, что предложенная типизация, не будучи достаточно строгой, позволяет понять механизм поступления осадочного материала на акваторию Керченской бухты.

При наиболее часто встречаемом Азовском циклоническом типе движения вод (тип А(ц), рис.2, б), который охватывал всю Керченскую бухту, приносимая течением взвесь, вероятнее всего, осаждалась в донные отложения на севере и вершинной ее части. При этом типе циркуляции в Керченскую бухту основной объем осадочного материала поступал из Азовского моря.

При Черноморский циклоническом типе циркуляции Ч(ц), как показано на рис.2, г, воды и, соответственно, взвешенное вещество поступали в центральную часть бухты и распространялись на север, северо-запад. Особенно активно в придонном слое по подходному каналу.

При Азовском и Черноморском антициклонических типах циркуляции вод, соответственно, А(ац) и Ч(ац), течениями осуществлялся транспорт осадочного материала в центральную часть бухты (рис.2, а, г).

Развитая вертикальная плотностная стратификация вод, наблюдаемая при азовских течениях, повышала вероятность отложения приносимого взвешенного вещества в бухте (особенно в подходном канале). Преимущественное преобладание вод черноморского происхождения обуславливало пониженное содержание взвеси, по сравнению с водами азовского циклонического типа циркуляции.



Р и с . 2 . Типы циркуляции вод в Керченской бухте: Азовский антициклональный (а) и циклонический (б) типы течений; Черноморский антициклональный (в) и циклонический (г) типы течений.

Изложенное выше позволяет определить ведущую роль Азовского циклонического А(ц) типа циркуляции вод в процессе заносимости северной части Керченской бухты и акватории Керченского морского торгового порта. Черноморские циклонические и антициклонические типы течений представляются существенно менее активными факторами, поставляющими осадочный материал в Керченскую бухту. Они, в основном, определяли заносимость подхода к порту канала.

Ниже представлены результаты исследования обнаруженных нами изменений в гидрогеологических параметрах акватории Керченского пролива, которые могут быть связанными с влиянием системы течений, трансформировавшейся после сооружения дамбы. Это касается следующих районов: собственно Керченской бухты, Павловской узкости, участка у северо-западной оконечности о.Коса Тузла и узкости между Тузлой и Чушкой. Рассмотрим каждую из указанных акваторий.

Как показали результаты анализа гидрогеологических съемок, реализованных после октября 2003 г., на преобладающей части акватории Керченской бухты и на акватории Керченского морского торгового порта после сооружения Тузлинской дамбы продолжался процесс обмеления. Изменившиеся к этому времени свойства осадочного материала указывают на активизацию данного процесса. В доказательство сказанному, ниже представлены отдельные результаты гидрогеологического анализа.

Выявлено, что 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 ($K_d = -7,46$, против $-2,85$ – $-4,88$ 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. Причем, концентрация подфракции $< 0,005$ мм в этом ареале 30 – 40 % и более.

Характерно, что тонкодисперсные частицы присутствуют во всех типах донных осадков района, составляя от 53,0 до 83,0 % пелитовой фракции. Наиболее высока их доля в составе пелитов, содержащихся в осадках прибрежных участков и Керчь-Еникальского канала.

Преобладание тонкодисперсных частиц в составе пелитов на мелководных участках дна, где осаждение их, согласно законам механической дифференциации, должно быть затруднено, свидетельствует о развитии в рассматриваемом районе интенсивной аккумуляции. Этот вывод подтверждают приведенные ниже данные о физических свойствах донных осадков.

О потенциально текучем состоянии осадков и их крайне низкой плотности свидетельствуют значения показателя относительной консистенции D_k . Так как повсеместно $W_{есм.} > W_m$, то D_k во всех типах илов и смешанных осадках имеет отрицательные значения, от $-1,70$ до $-6,86$, в том числе, за пределами Керчь-Еникальского канала. Наибольшие по модулю отрицательные значения D_k отмечены на участках дна северной части бухты.

О значительной недоуплотненности донных осадков свидетельствует также показатель степени их естественного уплотнения k_d , который в пределах района изменялся от $-1,80$ до $-6,19$. В Керченской бухте значения показателя k_d ниже $-4,0$. Причем, в срединной ее части выделяется зона, где он имеет еще большие (по модулю) отрицательные значения: от $-5,02$ до $-6,19$. Это дает основание полагать, что в данной области, осадки наиболее недоуплотнены и находятся на самой начальной стадии формирования.

Такое поведение показателей B , D_k и k_d свидетельствует о том, в Керченскую бухту после сооружения Тузлинской дамбы поступал свежий осадочный материал, который образовал обширный ареал алевритово-глинистых и глинистых илов, имеющих крайне текучую консистенцию и значительное недоуплотнение, особенно в срединной ее части.

Эмпирическая информация о течениях в Керченской бухте, накопленная после сооружения Тузлинской дамбы, свидетельствует о том, что явных качественных изменений в системе течений здесь не наблюдалось. Вместе с тем, в восточной части Керченской бухты, к югу от м.Змеиный, в последние годы инструментально зафиксирован квазистационарный циклонический круговорот. Возможно, что данное образование – тот же циклонический

вихрь, что наблюдался здесь до сооружения дамбы (рис.2, б), который мог трансформироваться и стать более устойчивым под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

В пользу первых свидетельствуют результаты исследования межгодовой изменчивости направления атмосферного переноса над проливом [13], согласно которым в последние десятилетия здесь вдвое снизилась интенсивность восточного атмосферного переноса, а в отдельные годы преобладал западный зональный атмосферный поток. Эти атмосферные явления, стимулирующие перенос вод из Азовского моря, привели к преобладанию в целом азовских течений в проливе. То есть повторяемость наиболее часто наблюдавшегося азовского типа циклонической циркуляции в Керченской бухте (рис.2, б) в современных условиях должна увеличиться. Также возможно, что зафиксированное инструментально циклоническое вихревое образование - следствие антропогенного вмешательства в экологическую систему пролива, связанного со строительством Тузлинской дамбы. Вместе с тем, независимо от механизмов, индуцировавших данное вихревое образование в Керченской бухте, оно реально существует и способствует интенсификации осадконакопления на этом участке ее акватории.

Течения в бухте после строительства дамбы стали менее устойчивыми по направлению. Устойчивые потоки, как правило, наблюдались только вдоль русел каналов.

Характерная особенность вертикальной структуры термохалинного поля на современном этапе – наличие черноморских вод в придонном слое пролива и в руслах каналов. Как следствие компенсационного подтока в условиях преобладающего генерального переноса вод из Азовского моря, они, как правило, наблюдаются в течение всего года и даже в периоды наиболее развитых азовских течений. За счет практически постоянного присутствия в придонном слое и у дна каналов плотных черноморских вод, соленостью 14 – 18 ‰ в последние годы в Керченском проливе усилилась вертикальная плотностная стратификация.

Возникшие после строительства дамбы, приведенные выше факторы, стали дополнительным стимулом, способствующим активизации процессам осадконакопления и заносимости Керченской бухты и акватории Керченского морского торгового порта.

Как было отмечено выше, на крайних северных мелководных участках бухты, у мысов Карантинный и Змеиный, а также на отмели, вблизи м.Белый, обнаружены процессы размывания дна. На что указывает смена мелко-алевритовых илов ракушечными образованиями.

Ракушечные донные отложения, как показатель процессов размыва дна, обнаружены также к югу от м.Белый, в Керчь-Еникальском канале (Павловская узкость).

При общем сходстве гранулометрического состава ракуши на каждом из трех обозначенных участков размыва дна, его генезис, по-видимому, разный. В Керчь-Еникальском канале, где глубины достигают 8 м и более, образованию скоплений ракуши, возможно, способствовали сильные (до 2 – 3 узлов) и устойчивые течения, которые наблюдаются между м.Павловский и о.Коса Тузла. В результате ракуша, как тип донных отложений, в послед-

ние годы присутствует здесь постоянно. Напомним, что существенная интенсификация течений в данном месте – следствие сооружения дамбы [15, 16].

На мелководных участках Керченской бухты, в юго-восточной части, у м.Белый, и вдоль ее северного побережья (рис.3) размыв дна, вероятно, был обусловлен преимущественно процессами волнового воздействия. В результате здесь при волновой сепарации в основном накапливался материал гравийно-галечной размерности. Возможно, скопления ракуши на этих участках образуются во время сильных штормов и, в том числе, за счет размыва коренного дна.

Не наблюдавшаяся до сооружения дамбы абразия дна отмечена также и у северо-западной оконечности о.Коса Тузла (рис.3). На это указывает преобладание в составе осадков данного участка крупноалевритовой подфракции и смена мелко-алевритового ила песком с ракушей. То есть, процессы размыва дна здесь превалировали над аккумуляцией.

В то же время к востоку от этого участка, в узкости между косами Тузла и Чушка, наблюдалось накопление донных осадков (рис.3), о чем свидетельствует поступление в этот район значительной массы мелкозернистого материала, в котором преобладала алевритовая составляющая.

Изменения гидрогеологических параметров на акватории двух последних участков Керченском проливе могут быть объяснены соответствующими изменениями в системе течений в районе о.Коса Тузла и в Таманском заливе, которые возникли после строительства Тузлинской дамбы [14 – 16]. Это не наблюдавшийся до сооружения дамбы зональный поток вдоль северного берега о.Коса Тузла, направленный в Таманский залив. Данный поток, образовавшийся после сооружения дамбы, хорошо виден на схемах циркуляции вод в Керченском проливе, полученных методами математического моделирования [17].

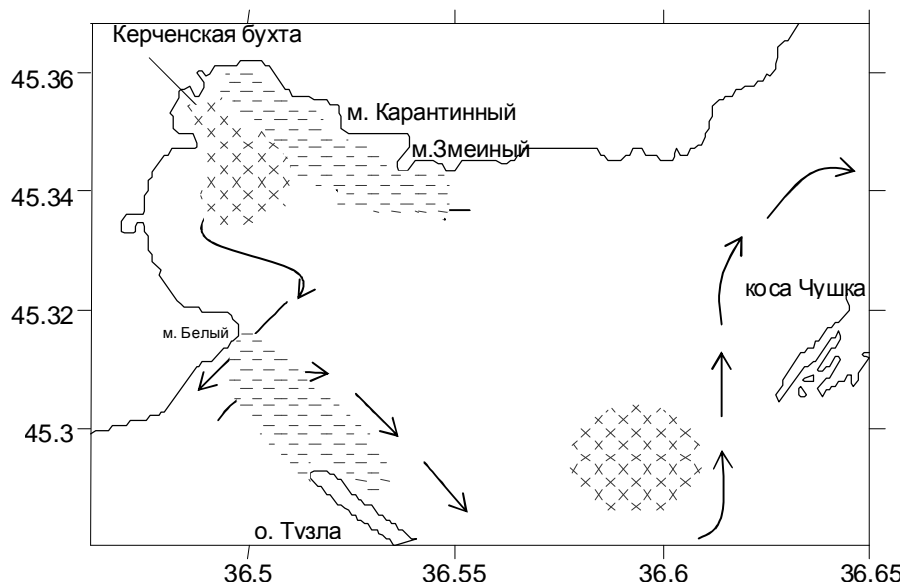


Рис. 3. Схема динамики донных отложений на акватории Керченского пролива после сооружения Тузлинской дамбы. Знаками «+» отмечены области накопления осадков, «-» – участки размыва дна.

Указанная ветвь течения при ветрах южной четверти, выходя из Павловской узкости, вдоль северного берега о.Коса Тузла проникает в Таманский залив. Далее она разворачивается по циклонической траектории и, сливаясь с основным потоком вод из Таманского залива, через проход между косой Чушка и о.Коса Тузла выходит в северную часть Керченского пролива. Циклоническое вихревое образование, обусловленное этой ветвью течения, могло стать причиной аккумуляции донных отложений и накоплению их в последние годы в этом месте (рис.3).

Заключение. В результате анализа эмпирических сведений, полученных в ходе реализации комплексных океанографических экспериментальных исследований ЮгНИРО, в 2002 – 2006 гг. на акватории Керченского пролива выявлены участки дна с изменившимися гидрогеологическими характеристиками. Это Керченская бухта, Павловская узкость, участок у северо-западной оконечности о.Коса Тузла и проход между Тузлой и Чушкой. Рассмотрены некоторые закономерности в динамике донных отложений на этих участках, связанных с циркуляцией вод, трансформировавшейся вследствие сооружения Тузлинской дамбы.

Показано, что после строительства Тузлинской дамбы активизировался процесс заносимости Керченской бухты. На ее акваторию стал поступать свежий осадочный материал, который образовал обширный ареал алевритово-глинистых и глинистых илов, имеющих крайне текучую консистенцию и значительное недоуплотнение. Этот процесс мог быть вероятным следствием аккумуляющего эффекта в системе квазистационарного циклонического вихревого образования в восточной части бухты и усилившейся вертикальной стратификации поля плотности.

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

Ракушечные донные отложения, как показатель процессов размыва дна, обнаружены также в Керчь-Еникальском канале (Павловская узкость). Размыву дна на этом участке способствуют сильные (до 2 – 3 узлов) и устойчивые течения, которые в последние годы стали типичными для данной узкости.

Не отмечавшаяся до сооружения дамбы абразия дна сформировалась у северо-западной оконечности о.Коса Тузла. В то же время к востоку от этого участка, в проходе между косами Тузла и Чушка, образовалась область накопления донных осадков. Изменения гидрогеологических параметров на этих участках акватории Керченского пролива, могут быть объяснены новообразованиями в системе течений в районе о.Коса Тузла и в Таманском заливе после строительства Тузлинской дамбы. Это не наблюдавшийся до сооружения дамбы зональный поток вдоль северного берега о.Коса Тузла, направленный в Таманский залив, и связанный с ним циклонический меандр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *ГОСТ 12536-79.* Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.– М.: Изд-во стандартов, 1980.– 25 с.
2. *ГОСТ 5180-84.* Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.– М.: Изд-во стандартов, 1985.– 25 с.

3. *Ломтадзе В.Д.* Инженерная геология. Инженерная петрология.– Л.: Недра, 1968.– 482 с.
4. *Ломтадзе В.Д.* Методы лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород.– Л.: Недра, 1972.– 312 с.
5. *Безруков П.Л., Лисицын А.П.* Классификация осадков современных морских водоемов // Тр. ИОАН СССР.– 1960.– т.32.– С.3-15.
6. *Усенко В.П., Рыбалко С.И., Корвацкий Г.А. и др.* Современные донные осадки Белосарайского участка // Методика геолого-съёмочных работ в акватории Азовского моря.– Киев: Наукова думка, 1974.– С.76-162.
7. *Спиридонова Е.О.* Оценка влияния гидрометеорологических факторов на распределение донных осадков в Керченской бухте // Система контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– С.235-239.
8. *Современное развитие эстуарных экосистем на примере Азовского моря.– Апатиты, 1999.– 366 с.*
9. *Брянцев В.А.* Разработать научные основы оценки влияния дампинга грунтов на экосистему Керченского предпролива и прилегающей зоны. Состояние Керченского предпролива в условиях существующей системы дампинга грунтов и оценка ущерба, наносимого рыбному хозяйству / Отчет о НИР № ГР 01890029705.– Керчь: ЮгНИРО, 1989.– 89 с.
10. *Брянцев В.А.* Разработать научные основы оценки влияния дампинга грунтов на экосистему Керченского предпролива и прилегающей зоны. Рекомендации по предотвращению или снижению отрицательного воздействия дампинга грунтов на экосистему Керченского предпролива / Отчет о НИР № ГР 01890029705.– Керчь: ЮгНИРО, 1990.– 74 с.
11. *Невесский Е.Н.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря.– М.: Наука, 1967.– 254 с.
12. *Материалы* на получение разрешения на производство ремонтного дноуглубления на объектах Керченского морского торгового порта.– Керчь: ЮгНИРО, 1992.– 106 с.
13. *Панов Д.Б., Спиридонова Е.О.* Особенности гидрометеорологических условий Керченского региона и их длиннопериодная изменчивость // Система контроля окружающей среды. Средства, модели и мониторинг.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2007.– С.193-198.
14. *Брянцев В.А.* Возможные экологические последствия сооружения Тузлинской дамбы (Керченский пролив) // Морской экологический журнал.– 2005.– 4, № 1.– С.47-50.
15. *Ломакин П.Д., Боровская Р.В.* Характеристика современного состояния системы течений в Керченском проливе на базе спутниковых и контактных наблюдений // Исследования Земли из космоса.– 2006.– № 6.– С.65-71.
16. *Иванов В.А., Шапиро Н.Б.* Моделирование течений в Керченском проливе // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное исследование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004.– вып.10.– С.207-232.
17. *Фомин В.В., Иванов В.А.* Совместное моделирование течений и ветрового волнения в Керченском проливе // Морской гидрофизический журнал.– 2007.– № 5.– С.3-26.

Материал поступил в редакцию 04.06.2008 г.