

# ДНОУГЛУБЛЕНИЕ И ДРЕДЖИНГ

*О.Ю. Корнеев, А.Е. Рыбалко, Н.К. Федорова*

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДРЕДЖИНГА В ФИНСКОМ ЗАЛИВЕ

*O. Yu. Korneev, A. E. Rybalko, N. K. Fedorova*

## GEOECOLOGICAL ASPECTS OF DREDGING IN THE GULF OF FINLAND

*Рассмотрены основные последствия дреджинга для окружающей среды на примере российской части Финского залива. Показано изменение гео-гидрохимических характеристик в водной толще и в донных осадках вследствие проведения дреджинговых работ в акватории восточной части Финского залива.*

*Ключевые слова: дреджинг, Финский залив, прозрачность, загрязнение воды, загрязнение донных осадков, геохимия, гидрохимия.*

*The main consequences of dredging for environment on the example on Russian part of Finland Gulf are analyzed. The changing of geo-hydrochemistry characteristics in water column and bottom deposits in consequence of realization of dredging works in the water area of Eastern part of Finland Gulf are shown.*

*Key words: dredzhing, Gulf of Finland, transparency, water pollution, pollution of bottom sediments, geochemistry, hydrochemistry.*

Дноуглубительные работы являются одним из основных факторов нарушения устойчивости геологической среды в морских и озерных бассейнах [2, 5, 7]. При этих работах происходит продуцирование большого количества взвеси, разносимой на значительные расстояния. Сами подводные выработки за счет относительного углубления по сравнению с преобладающими глубинами не только оказывают возмущающее влияние на характер гидрологических процессов, но и являются, по существу, крупными отстойниками для накопления взвешенного материала и сорбированных на нем продуктов загрязнения. Большое значение имеет также химический состав разрабатываемых грунтов. В случае содержания в них повышенных концентрации токсикантов, загрязнение донных отложений неминуемо. В настоящее время дноуглубительные работы проводятся при:

- образовании новых гаваней и их углублении;
- строительстве подходных каналов и их углублении;
- добыче инертных строительных материалов со дна водных бассейнов;
- строительстве различных гидротехнических сооружений.

Следует отметить, что другой вид гидротехнических работ, а именно намыв новых территорий, который на Финском заливе практикуют как Россия, так и Финляндия,

наносит меньший урон окружающей среде, так как проводится на уже подготовленных в инженерном отношении территориях.

Рассмотрим основные последствия дреджинга для окружающей среды на примере российской части Финского залива. Здесь в 2006–2007 гг. осуществлялось несколько крупномасштабных проектов, связанных со строительством нового пассажирского терминала на Васильевском о-ве и ряда грузовых терминалов в Усть-Лужском порту. Кроме того, в Невской губе проводились работы, связанные с завершением строительства комплекса защитных сооружений, реконструкции стадиона на Крестовском о-ве, строительства района «Балтийская жемчужина», а также плановые работы по поддержанию эксплуатационного состояния Морского канала и его ответвления в сторону Константиновского дворца. Для выполнения этих проектов в довольно сжатые сроки был выполнен громадный объем дноуглубления, преимущественно в Морском канале, подходном фарватере, а также на строительстве ковша Пассажирской гавани южнее устья р. Смоленки [6]. Так, только на строительстве «Морского Фасада» за 2005–2006 гг. объем перемещенных грунтов составил 13,4 млн м<sup>3</sup> из запланированных 18,8 млн м<sup>3</sup>. Всего в восточной части Финского залива по перспективным планам по сведениям, приведенным Б.П. Усановым с соавторами, планируется переместить 64,3 млн м<sup>3</sup> грунта [4].

Одновременное выполнение нескольких проектов по дноуглубительным работам с использованием мощных, преимущественно голландских землесосов, в практически изолированной Невской губе с затрудненным водообменом, привело к продуцированию огромного количества взвешенных частиц, которые в первые годы привели к резкому сокращению прозрачности водной толщи (до первых десятков сантиметров). Наличие незавершенного комплекса защитных сооружений усугубило это положение как с точки зрения водообмена, так и из-за проводящихся гидротехнических работ по завершению строительства судопропускного сооружения № 1 на Морском канале. Изменение мутности хорошо иллюстрируется данными мониторинга, выполненного ОАО (в те годы ФГУНПП) «Севморгео» в 2006 г., которые убедительно показывают, что с весны этого года до осени объем взвешенного материала практически на всей площади губы вырос на несколько порядков. В мае этого года максимальные значения мутности составляли 91 единиц FTU и отмечались в первую очередь вдоль южного берега. В летний период аномально высокие показатели мутности практически распространились по площади всей губы, причем наиболее высокие ее значения составили от 100 до 413 единиц FTU. В октябре месяце показатели мутности придонных вод уже доходили до 1000 единиц FTU, т.е. превосходили первоначальные более чем на два порядка. При этом, из-за разработки для новой Пассажирской гавани на Васильевском о-ве его фронтального склона, во многом сформированного бытовым мусором, который использовался для формирования новых городских территорий в 60-е гг. прошлого века, в воде появилось большое количество макрозагрязнителей, представленных старыми пакетами, обрывками веревок и пр. При этом вырос и уровень содержаний в воде стойких органических загрязнителей (ПАУ, ПХБ)

Столь резкое увеличение объема взвешенного материала в воде повлияло и на другие гидрохимические характеристики. Так, изменился макрокомпонентный состав придонной воды в Невской губе, где водная толща формируется под определяющим влиянием стока из Ладожского озера [1]. Характерной чертой вод губы является их

ультрапресный гидрокарбонатный натриево-кальциевый состав с минерализацией от 88 до 115,6 мг/л, что и было зафиксировано в мае 2006 г. Но уже в августе и октябре этого же года минерализация придонных вод (по измерению электропроводности) повысилась по сравнению с майским рейсом в пять раз. При этом вдоль северного берега сформировалась зона кальциевых сульфатно-гидрокарбонатных вод [3]. Как показывают результаты прошедших исследований, появление сульфатов однозначно указывает на загрязнение водной толщи и наблюдается у очистных сооружений или в порту. К осени 2006 г. были отмечены и другие признаки загрязнения водной толщи. Так, впервые было зафиксировано превышение ПДК по нефтеуглеводородам (НУ) в придонной воде, а также фосфора. Произошло также снижение уровня кислорода, что нашло свое отражение почти в полной деградации окисленного слоя донных осадков. При этом произошло не просто ухудшение обстановки в самой Невской губе, но и усилился вынос загрязненных вод в восточную часть Финского залива, что хорошо видно на космических снимках. Облако взвеси уже в 2006 г. достигало о. Сескар и островов Березового архипелага.

Существенные изменения были зафиксированы и в распределении литотипов донных отложений, а также в их геохимической структуре. Наиболее существенным геоэкологическим последствием интенсивных гидротехнических работ в Невской губе в 2006–2007 гг. явилось существенное увеличение площади алевропелитовых осадков, особенно в западной части губы. В 2005 г., до начала интенсивного дреджинга в Невской губе, пелитовые осадки локализовались во впадине в западной части губы, ограниченной изобатой 4,5 м. В 2007 г. площадь этих осадков значительно расширилась. Существенно пелитовые осадки были зафиксированы и в северо-восточной части рассматриваемого района. При этом изменилась структура самих глинистых осадков. В них заметно возросло содержание фракции < 0,01 мм. В отдельных пробах, в том числе в глубоководном районе и в Лахтинском разливе, содержание алевропелитовых частиц превысило 50 %.

Максимально процесс пелитизации донных образований был установлен по данным мониторинга 2007 г., а в 2008 г. содержание тонких частиц несколько снизилось. Все это привело к существенному увеличению сорбционной способности осадков, а снижение значений Eh (а также снижение концентраций растворенного кислорода в придонных водах по данным РГГМУ) обусловило увеличение инфильтрации загрязняющих веществ из донных осадков в придонный слой воды. Изменение распространения полей различного гранулометрического состава может также существенно сказаться и на изменении характера грунтов на рыбных нерестилищах, что неминуемо отразится в будущем на возможности воспроизводства кормовых рыб в северной Балтике.

Принципиально важным является различный характер изменения гео-гидрохимических характеристик в водной толще и в донных осадках. Измерения конкретных поллютантов в толще воды, по данным федерального мониторинга, свидетельствуют об их сравнительно низких значениях. Практически только по двум металлам — меди и цинку были зафиксированы концентрации выше уровня ПДК. Содержание меди по данным 2008 г. изменялось от 0 до 10,04 мкг/л и в среднем составляло 4,18 мкг/л, что почти соответствует среднему содержанию суммарной формы меди по данным 2007 г. и существенно превышает фон 2006 г. При этом отчетливо видна приуроченность

повышенных концентраций меди к прибрежным районам и выпускам Северной и Южной САС. Близкое распределение демонстрирует и цинк. В этом сказывается большая роль неевского стока. Однако, по нашему мнению, есть еще один мощный фактор самоочищения водной толщи — это донные осадки в условиях уничтожения зоны окисления и усиления миграции на геохимическом барьере «дно-вода».

В любом случае, геохимическая обстановка за 2005–2008 гг. существенно ухудшилась. В 2008 г., когда по данным гидрохимических исследований обстановка в водной толще улучшилась, а также снизилось содержание взвешенных веществ, в донных осадках на большинстве станций был зафиксирован рост концентраций измеряемых поллютантов. Высокие содержания кадмия были установлены в западной части Невской губы. Наиболее вероятным источником кадмия, вероятно, является осаждение его со взвешенным веществом, продуцированным при дноуглублении в 2007 г. и зимой 2008 г. Высокие концентрации кадмия выявлены и вдоль берега Курортного района, вероятно, трассируя путь распространения взвеси, что хорошо совпадает с данными космосъемки. Для меди, тяжелого металла второго класса опасности и геохимически весьма подвижного, отмечен рост концентраций с 2006 г. (среднее содержание Cu — около 90 ppm) к 2007 г. (на целом ряде точек уровень концентраций превзошел уровень 190 ppm), т.е. осадки можно характеризовать как высокозагрязненные. В 2008 г. практически на всех станциях уровень концентраций меди превышал 200 ppm и порой достигал 250 ppm. В то же время, загрязнения по свинцу, мышьяку, хрому в 2008 г. в донных осадках практически отсутствовали. Для нефтепродуктов (НП), начиная с 2005 г., по средним значениям наметился рост концентраций, хотя и неоднозначный, если сравнивать по отдельным циклам мониторинга. Наиболее высокие средние содержания были зафиксированы в июне 2006 г., сразу после начала интенсивных дноуглубительных работ (1,4 мг/г). Были выявлены станции с аномально высокими концентрациями НП, превышающими уровень высокого загрязнения в 15–20 раз. В 2008 г. ситуация с локальными резкими аномалиями практически не проявилась, максимальные содержания не превышали 1,2 мг/кг, но сам фон стал постоянным и практически сохранился с прошлого года. В прилегающей части Финского залива высокие концентрации НП в донных осадках были выявлены вблизи мыса Песчаный, на станциях ФЗ-1 и Ф-40Е (0,76 и 1,05 мг/г, соответственно). Характерно, что рядом находится нефтяной терминал. Однако возрастание концентраций НП почти на порядок по сравнению с 2006 г., скорее, связано с поступлением загрязненной взвеси из Невской губы, нежели с деятельностью терминала. Проведенные в 2007–2008 гг. специальные исследования показали, что в Невской губе было установлено присутствие  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\chi$ -ГХЦГ, причем распределение их концентраций указывает на вынос их из Невской губы, скорее всего, в адсорбированном виде на взвеси. Стойкие органические соединения также были установлены и в донных осадках. В 2008 г. превышение ПАУ уровня загрязнения было установлено на ст. 6 в Северной Лахте, где осуществлялась свалка грунта из карьеров Морского фасада. Лимит загрязнения донных осадков отдельно по бензопирену в отечественных классификациях не лимитируется. В то же время он является наиболее токсичным и канцерогенным из всех ПАУ, а происхождение его связывается как с деятельностью транспорта, так и со свалками. Именно вскрытие свалок грунта в процессе разработки приостровной акватории Пассажирской Гавани и привело, по

нашему мнению, к появлению рассматриваемых загрязнителей в донных отложениях Невской губы. Отметим, что аналогичные работы в районе строящихся гидротехнических сооружений Усть-Лужского порта не только не привели к загрязнению донных отложений, но, наоборот, обеспечили некоторое снижение концентраций нефтепродуктов и ряда тяжелых металлов. Причина этого парадоксального явления заключается в том, что в данном районе более глубокие слои грунта, которые и были использованы для формирования новых территорий, изначально содержали только фоновые концентрации всех основных загрязнителей. Также низок был уровень содержания этих поллютантов и в воде. Соответственно, слой «отсева» перекрыл современные, слегка загрязненные илы. Таким образом, в этом случае дреджинг сыграл даже очищающую роль (естественно, не учитывая негативный эффект от взвешенных частиц).

Таким образом, мы видим, что постановка работ без учета современных реалий может привести к очень плачевным обстоятельствам, как это случилось в Невской губе, когда в ней одновременно выполнялся отбор грунта по нескольким проектам. Особую опасность он представляет именно в мелководных трансграничных бассейнах. В то же время, накопленный в городе опыт свидетельствует, что при правильной организации работ и использовании комплекса природоохранных мероприятий можно свести к минимуму опасные для природной среды последствия, в том числе и загрязнение водной толщи и донных осадков.

### Литература

1. Водные объекты Санкт-Петербурга. Под ред. С.А. Кондратьева и Г.Г. Фрумина. — СПб., 2002. — 348 с.
2. Голубев Д.А., Погребов В.Б., Шилин М.Б. Экологическая уязвимость береговой зоны восточной части Финского залива по отношению к механическим воздействиям от подводных горно-технических работ. // Инженерные изыскания, 2010, № 9, с. 34–43.
3. Рыбалко А.Е., Федорова Н.К. Состояние геологической среды Балтийского моря (геологические опасности, экзогенные процессы) в условиях увеличения антропогенного давления. // VIII Международный экологический форум «День Балтийского моря». Сб. тезисов докладов. — СПб., 2007, с. 108–109.
4. Усанов Б. П., Викторов С.В., Сухачева Л.Л. Новый «удар» по Невской губе. // Транспорт Российской Федерации», 2009, № 1, с. 25–41.
5. Шилин М.Б., Погребов В.Б., Лукьянов С.В., Мамаева М.А., Леднова Ю.А. Экологическая уязвимость береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. // Ученые записки РГГМУ, 2012, № 25, с. 107–122.
6. Шилин М.Б., Еремина Т.Р., Мамаева М.А. Дреджинг наводит мосты. // В кн.: Экологические аспекты дреджинга. — СПб.: РГГМУ, 2013, с. 427–435.
7. Chusov A.N., Lednova J., Shilin M. Ecological Assessment of Dredging in the Eastern Gulf of Finland. // Print ISBN: 978-1-4673-1413-8, DOI: 10.1109 / Baltic: 2012.6249169 / ISSN 2150-6027: p. 1–4.