



**УДК 551.351.2 (262.5)**

**Б.А. ГОРЛИЦКИЙ**, д.г.-м.н., заведующий отделом,

**С.Ю. ЛЕБЕДЕВ**, к.г.-м.н., научный сотрудник, **В.Г. ГУБИНА**, к.г.-м.н., старший научный сотрудник

Институт геохимии окружающей среды НАН Украины, г. Киев

## ПРОБЛЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОРТОВЫХ И ДРУГИХ АКВАТОРИЙ УКРАИНЫ

В статье рассматривается проблема загрязнения токсическими илами хозяйственно значимых украинских акваторий (портовых и др.), предлагаются пути ее решения.

**экологическая безопасность, токсические илы, нефтепродукты, продукция, акватории портов**

Одна из существенных проблем экологии индустриально развитых стран – загрязнение водной среды. За последние годы наметилось еще одно направление этой проблемы – накопление в возрастающих объемах так называемых техногенных илов, которые образуются в

закрытых морских акваториях (в основном это морские порты, расположенные в окружении больших городов) и в пресноводных водоемах, находящихся в пределах крупных промышленно-индустриальных зон (например рядом с горно-металлургическими предприятиями).

Рассматривая эту проблему с точки зрения накопления техногенных илов в морских акваториях, важно учитывать, что Украина обладает морской береговой зоной общей протяженностью около 2800 км.

Портовые комплексы чрезвычайно разнообразны с географической и экономической точки зрения. Нарращивание экономической мощи морских торговых портов за счет имеющегося резерва грузопропускной способности должно быть уравновешено введением соответствующих экологических стандартов. Соблюдение этих условий позволит превратить промышленное предприятие «морской порт» в экологически сбалансированный современный хозяйственный комплекс не только на побережье, но и распространяющий сферу своего влияния далеко за пределы собственной территории через разветвленную систему связей.

Основные источники загрязнения акваторий портов [1, 2, 3]:

- речные стоки;
- городские промышленные и хозяйственно-бытовые стоки;
- загрязнения от судоходства и базирования флота;
- сельскохозяйственные дренажно-сбросовые воды;
- склоновые (ливневые) воды;
- загрязненные осадки из атмосферы;
- отходы нефтегазодобывающей, нефтеперерабатывающей, химической и других отраслей промышленности, транспорта;
- отходы рекреационного использования прибрежной зоны;
- загрязненные поступления из сопредельных областей (водоемов);
- загрязненные поступления с подземными водами;
- вторичное загрязнение (загрязненные поступления из донных осадков).

Поллютанты (загрязняющие вещества), которые представляют первоочередную угрозу экосистеме Черного и Азовского морей:

- мусор большого размера – тара, полиэтиленовая посуда, пленка, капроновая дель и т.п.;
- нефтепродукты (НП) и поверхностно-активные вещества (ПАВ);
- пестициды – ДДТ, ГХЦГ и др.;
- тяжелые металлы – Zn, Pb, Cu, Co, Ni, Cr, Cd и др.;
- радионуклиды –  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ .

Экологический мониторинг украинских акваторий (шельфовой зоны морей, рек и водохранилищ) отслеживает санитарно-эпидемиологическую обстановку в зонах сбросов сточных вод, расположения отстойников пром-отходов промышленных объектов, населенных пунктов и других потенциально опасных объектов. В то же время в

акваториях морских и речных портов, в эстуариях рек (затопляемые воронкообразные устья реки, расширяющиеся при впадении в моря и океаны) и в пресноводных водохранилищах по разным причинам происходят процессы формирования и накопления токсически опасных илов. Это природно-техногенные образования, в которых токсические вещества разложения НП, гербицидов, пестицидов и ПАВ, тяжелые металлы в десятки раз превышают предельно допустимые концентрации (ПДК). Мощность этих отложений достигает 10–15 м, а иногда и более [3, 4, 5, 6].

Из всех известных сейчас химических веществ, которые являются опасными загрязнителями водных бассейнов, НП – наиболее распространенные. Большие количества НП поступают в поверхностные воды во время транспортирования нефти водным путем, со стоками предприятий нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, химической и других отраслей промышленности, с хозяйственно-бытовыми водами.

Согласно Конвенции о защите Черного моря от загрязнения, нефть и углеводороды (УВ) любого происхождения входят в перечень опаснейших веществ и материалов [7, 8, 9]. Влияние нефтяных УВ на морскую среду обуславливается значительным количеством источников, большими площадями распространения, относительной стойкостью в донных отложениях. Следует отметить, что НП сорбируют токсичные металлы, увеличивая их миграционную способность, содействуют токсикации соединений, которые первоначально были относительно безопасными. НП также доминируют при дампинге (легальное складирование на определенных участках континентального шельфа морского грунта, извлеченного во время проведения морских работ), поскольку их количество в два раза превышает поступление с грунтами мышьяка, свинца и меди [10, 11]. Поглощение НП донными отложениями нельзя относить к процессам самоочищения акваторий, поскольку разложение НП в осадках происходит значительно медленнее, чем в воде, и отложения могут стать источниками вторичного загрязнения [12]. Так, в акватории Одесского порта в мае 2000 года концентрация загрязнителя в поверхностном слое воды не превышала ПДК, но в придонных горизонтах составляла 1,5 ПДК, а в донных отложениях достигала уже 9 ПДК [2].

Нефтяные пятна на поверхности моря могут существовать от нескольких часов до нескольких месяцев. Загрязнение НП ухудшает обмен кислорода в поверхностном слое морской воды. На полное окисление 1 л нефти нужны запасы кислорода, растворенного в 400 тыс. л морской воды. Тонна нефти загрязняет 12 км<sup>2</sup> морской поверхности, а резкое уменьшение содержания кислорода в воде нарушает процесс ее естественного самоочищения и служит причиной изменения экологического состояния аква-



тории [2]. Нефть, попав в воду, быстро распространяется на больших территориях, при этом толщина покрытия бывает разной. Некоторые виды нефти погружаются и движутся в толще воды вдоль поверхности дна в зависимости от течений. Сырая нефть и продукты переработки постепенно изменяют свой состав в зависимости от температуры воздуха, воды и освещенности. Под влиянием солнечных лучей нефть окисляется. Чем толще слой, тем легче окисляется в воде тонкая пленка нефти и нефтяной эмульсии. Нефть с высоким содержанием металлов или низким содержанием серы окисляется быстрее, чем с низким содержанием металлов или высоким содержанием серы. Волнение моря и течения содействуют образованию эмульсии нефти в воде и воды в нефти. В результате формируется труднорастворимая водно-нефтяная эмульсия. При удалении летучих фракций нефть образует вязкие эмульсии, которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течениями, выноситься на берег и оседать на дно. Водно-нефтяная эмульсия содержит от 10 до 80 % воды. 50–80 %-е эмульсии часто называют «шоколадным муссом» из-за вида и цвета. «Мусс» распространяется очень медленно и может оставаться на воде или берегу без изменения многие месяцы [2].

При санитарном контроле, как правило, производится определение суммы растворенных, эмульгированных, сорбированных форм нефти. Общегиgienическая ПДК нефтепродуктов составляет 0,3 мг/дм<sup>3</sup> (показатель вредности – органолептический), рыбохозяйственная ПДК – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> (показатель вредности – рыбохозяйственный). Присутствие канцерогенных УВ в воде недопустимо [2].

Фрагментарность имеющихся данных по Украине и России о поступлении НП с речными стоками, дальнейшей их миграции в морской воде и депонировании в донных осадках, отсутствие данных по нефтяным сбросам в Болгарии, Турции, Румынии не позволяют сделать окончательные выводы о количественном содержании НП в Черном море. Однако можно утверждать, что НП являются одними из наиболее опасных загрязнителей в Черном море из-за количества поступления, подвижности, токсичности и свойств катализатора, увеличивающего миграционную способность многих тяжелых металлов.

Как нежелательное следствие хозяйственной деятельности можно рассматривать дампинг грунтов в пределах шельфа. Следует заметить, что с этим процессом связано 10 % всех загрязнений Мирового океана [2, 12, 13].

При дампинге в море поступают в основном такие токсиканты: нефтепродукты, пестициды (хлорорганические соединения) и тяжелые металлы [10, 11]. Если первые два поллютанта являются традиционными загрязнителями грунтов дноуглубления, то степень загрязнения разных участков дампинга тяжелыми металлами значительно различается по спектрам и содержаниям. Это обуславливается как экономико-географическим расположением района дноуглубления, так и особенностями окружающей среды [2].

Дампинг на подводные морские отвалы осуществляется главным образом при строительстве, ремонте, реконструкции портов и их подходных каналов. Объемы грунта, которые извлекаются с техногенно-насыщенных участков и складываются на шельфе, весьма значительны. Например, дампинг грунта на Северо-Западном шельфе Черного моря составляет  $5 \cdot 10^6$  т/год, а из подходного канала Одесского порта извлекается 870 тыс. м<sup>3</sup>/год [14].

С 1995 г. объемы отвалов в Керченском проливе ежегодно составляют более 400 тыс. т [15]. Гидродинамические условия района не способствуют захоронению техногенных загрязнителей (в отличие от условий на участках дноуглубления в приустьевом взморье Дуная) [10]. Напротив, здесь в значительной мере наблюдается разнос вещества отвалов по направлениям основных течений вдоль побережья в шельфовой зоне мимо материкового склона. Перенос обогащенного загрязнителями вещества может иметь нежелательные последствия для верхнего слоя незагрязненных осадков и донных биоценозов в его пределах (табл. 1).

Кроме того, что токсические илы отрицательно влияют на водные экосистемы, они являются потенциальными источниками возникновения острых неблагоприятных ситуаций в прибрежной зоне. Преобладающее их количество в портовых акваториях находится на небольших глубинах (от 5 до 40 м). Под воздействием различных природных и техногенных факторов (наводнения, техно-

Таблица 1 – Размеры морских каналов и объемы ежегодно перемещаемых грунтов [5]

Морской порт и канал	Длина подходного канала, км	Ширина подходного канала, м	Объемы перемещаемых грунтов, млн м <sup>3</sup> /год
Керчь-Еникале	32	100	1,5
Керчь	5	80	0,3
Николаев	82	75	3,1
Херсон	40	75	1,6
Прорва	2	80	1,5
Белгород	14	80	0,8
Южный	4	100	0,9

генные аварии, взрыв объемных зарядов и т.п.) загрязненные иловые массы могут интенсивно мигрировать на чистые участки. Особенно это опасно в тех случаях, когда акватории, в которых накапливаются токсические илы, находятся в центре крупных промышленных или курортных городов (например Севастопольская бухта – рис. 1 [3]). Такая ситуация характерна для многих портовых городов Черного и Средиземного морей. На Балтийском море эта опасность выше из-за мелководья [4].

Безусловно, детальные и системные исследования источников загрязнений и основных загрязнителей весьма актуальны. Изучение образования и распределения токсических илов в результате загрязнения, к примеру, сбросами промышленных вод и отходов ОАО «МК «Запорожсталь» в р. Днепр или от шламо- и шлакохранилищ ОАО «МК «Азовсталь» на берегу Азовского моря и других также необходимы. Очевидно, что их результаты позволят усовершенствовать методы решения экологических проблем, которые в настоящее время недостаточно эффективны.

Опасные ситуации, связанные с накоплениями токсических илов, постепенно складываются в некоторых пресноводных бассейнах, водохранилищах. Они тем более опасны, если речь идет о безальтернативных источниках питьевой воды для городов.

Карачуновское водохранилище является природной жемчужиной Криворожья, это зона отдыха горожан, место расположения туристических баз и профилакториев. Запасы воды в нем сдерживает мощная дамба, на берегах высажены леса. В данном случае особенно важно отметить, что Карачуновское водохранилище – основной источник водоснабжения г. Кривого Рога (250 тыс. м<sup>3</sup> в сутки). Его загрязняют фильтрационные воды хвостохранилища Центрального горно-обогатительного комбината (ЦГОК), которое расположено возле устья реки Ингулец, впадающей в Карачуновское водохранилище.

Качество питьевой воды, получаемой криворожанами с водозаборов водохранилища, не выдерживает критики. Например, в Украине допускается использование питьевой воды с жесткостью 7 моль/м<sup>3</sup> в исключительных случаях. Здесь даже этот предел превышен почти на 50 % (для сравнения: в Санкт-Петербурге жесткость воды составляет 0,72 моль/м<sup>3</sup>, в Москве – 3–4 моль/м<sup>3</sup>). Поэтому, вероятно, и наблюдается высокий уровень заболеваемости населения города желчекаменной болезнью и другими заболеваниями желудочно-кишечного тракта. Следует отметить, что если колебание токсических илов в Карачуновском водохранилище по тем или иным причинам достигнет уровня водозаборов, то большая часть 700-тысячного Кривого Рога фактически останется без питьевой воды.

С целью предупреждения таких опасных ситуаций коллективом отдела геохимии техногенеза Института геохимии окружающей среды НАН и МЧС Украины был предложен способ экологически безопасного удаления токсических илов, а также техническое обеспечение реализации этого способа [4], в результате которого илы извлекаются без загрязнения ими вышележащих слоев и удаляется их обезвоженный материал. Получаемый при этом «сухой остаток» в большинстве случаев может быть использован (после соответствующей переработки) для экологически безопасной товарной продукции, в т.ч. энергоносителей.

Разработанные методические предложения по определению мест потенциально опасных накоплений токсических илов позволяют на стадии предпроектного исследования выбрать варианты технологического режима удаления и переработки илов, исходя из условий и глубины их залегания, состава и других особенностей. В зависимости от различий в составе исходных илов и характера береговой производственной инфраструктуры предложено несколько вариантов получения продукции, которая может быть конкурентоспособной.

Проблема мониторинга портовых и других хозяйственно значимых акваторий остается весьма актуальной, поскольку очевидно недостаточное количество проводимых наблюдений. Целесообразно пересмотреть подходы как к системе и технологиям мониторинга, так и к реагированию на получаемые результаты (с точки зрения государственного регулирования), что будет способствовать предотвращению неблагоприятных ситуаций.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ларченков, Е.Л.** Влияние геологических процессов на экологическое состояние Северо-Западного шельфа Черного моря [Текст] / Е.Л. Ларченков, А.Л. Чередниченко // Геоэкология рекреационных зон Украины. – Киев : КРУ. – 1996. – С. 71–84.
2. **Митропольский, О.Ю.** Екогеохімія Чорного моря [Текст] / О.Ю. Митропольський, Є.І. Наседкін, Н.П. Осокіна. – К., 2006. – 279 с.
3. **Овсяный, Е.И.** Основные источники загрязнения морской среды Севастопольского региона [Текст] / Е.И. Овсяный, А.С. Романов, Р.Я. Миньковская, И.И. Красновид, Б.А. Озюменко, И.М. Цымбал // Сб. «Экологическая безопасность прибрежной шельфовой зоны и комплексное использование ресурсов шельфа», вып. 2. – Севастополь, 2001. – С. 138–152.
4. **Горлицкий, Б.А.** Удаление, нейтрализация и утилизация токсических илов [Текст] / Б.А. Горлицкий // Тез. до-



- кладов 4-го Междун. конгресса по управлению отходами, ВэйстТэк-2005. – Москва, 2005, – С. 385.
5. **Емельянов, Р.А.** Геоэкология черноморского шельфа Украины [Текст] / Р.А. Емельянов, А.Ю. Митропольский, Е.И. Наседкин и др. – К., Академперіодика, 2004. – 293 с.
  6. **Кадошников, В.М.** Тяжелые металлы в донных отложениях и растительности прибрежной зоны горного массива Карадаг и акватории порта Севастополя [Текст] / В.М. Кадошников, Б.А. Горлицкий, В.Т. Губина, Ю.В. Смирнова // 36. статей Міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека, проблеми і шляхи вирішення». – Алушта, 2005.
  7. **Мионов, О.Г.** Взаимодействие морских организмов с нефтяным загрязнением [Текст] / О.Г. Мионов. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – 127 с.
  8. Державна програма захисту та відтворення Азовського та Чорного морів. Екологічні проблеми та особливості експлуатації берегових об'єктів морегосподарського комплексу України [Текст]. – Київ : Знання, 1998. – 61 с.
  9. Конвенція про захист Чорного моря від забруднення // Екологічні проблеми та особливості експлуатації берегових об'єктів морегосподарського комплексу України [Текст]. – К. : Знання, 1998. – 37 с.
  10. **Берлинский, Н.А.** Обоснование процессов реализации дампинга грунта на приустьевом взморье Дуная [Текст] / Н.А. Берлинский, Ю.И. Богатов, Г.П. Гаркавая, В.И. Калининченко // Экологические проблемы и особенности эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса Украины. – Одесса, 2000. – С. 26–27.
  11. **Бланк, Ю.И.** Особенности оценки воздействия на окружающую среду строительства и эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса [Текст] / Ю.И. Бланк, В.А. Чикановский // Экологические проблемы и особенности эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса Украины. – Одесса, 2000. – С. 37–42.
  12. **Айбулатов, Н.А.** Геоэкология шельфа и берегов Мирового океана [Текст] / Н.А. Айбулатов, Ю.В. Артюхин – Санкт-Петербург : Гидрометеоздат, 1993. – 304 с.
  13. Екологічна енциклопедія. – К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2006. – Т. 1.: А–Е. – 253 с.
  14. **Наседкін, Є.І.** Вплив дампінгу на формування сучасних донних відкладів шельфу Чорного моря [Текст] / Є.І. Наседкін, С.М. Довбиш, О.В. Лазаренко, Д.В. Земський, В.Р. Дубосарський // Сучасні проблеми геологічної науки : зб. наук. пр. ІГН НАН України; відп. ред. П.Ф. Гожик – К., 2003.
  15. **Петренко, О.А.** Оценка влияния дампинга грунтов дноуглубления на уровень загрязнения воды и донных отложений Керченского предпроливья Черного моря [Текст] / О.А. Петренко // Материали ІІ науч.-практич. конф. «Экологические проблемы и особенности эксплуатации береговых объектов морехозяйственного комплекса Украины». – МЭЦ, Одесса, 2000.

*Поступила в редакцию 11.02.2008*

У статті розглядається проблема забруднення важливих у господарському відношенні акваторій України (портових та ін.), запропоновано шляхи її вирішення.

The problem of toxic mud accumulation in economically important Ukrainian basins (ports etc.) is being reviewed. Some approaches to its solving are being offered.