

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ "ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ЮЖНОГО РЕГИОНА УКРАИНЫ"

~ 6611-84 Den.

УДК 551.464:502.7(262.5)

С.Д.Севрикова, С.А.Назаренко, Н.П.Ковалевская,
М.А.Болдырев, А.И.Алексеевко, Л.В.Явишкина

О КОМПЛЕКСНОМ ВЛИЯНИИ БЕРЕГОВЫХ СТОКОВ И ДАМПИНГА
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД

Сброс отходов в морскую среду (дампинг) в Азово-Черноморском бассейне осуществляется, в основном, в узкой прибрежной полосе (глубины 5-20 м). Более глубокое заложение имеют лишь некоторые свалки побережья Кавказа - до 150 - 250 м. Среди захороняемых в морскую воду отходов преобладают материалы дночерпания из портовых акваторий, судоходных каналов, бухт. Обычно это весьма загрязненные соединениями металлов и тяжелыми малорастворимыми остатками нефти донные отложения, часто характеризующиеся восстановительными условиями среды. В грунтах портовых акваторий и прилегающих районов часто уже с глубины 5-15 см отмечается запах сероводорода. Здесь же имеют место и максимальные содержания органического углерода (до 4,3-7,2% в илах) и аммонийного азота (до 3,6-10,8 мг на 100 г грунта) [3].

В экологическом плане отличительной чертой прибрежных районов является высокая степень общей антропогенной нагрузки, помимо влияния захороняемых грунтов, - за счет выпусков промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, а также поверхностного смыва с прилегающей территории суши, в том числе нефтяных углеводородов с застроенных площадей, ядохимикатов и удобрений с сельскохозяйственных полей. Причем многолетняя тенденция общей антропогенной нагрузки здесь имеет объ-

активный положительный характер, а различные ее виды порой несовместимы.

Объектом гидрохимических исследований (1981-1984 годы) явился опытный полигон дампинга в прибрежной зоне Черного моря. Отвал грунта заложен в 1976 году. Глубина его центральной части 8 м. Захороняемые здесь материалы дночерпания представлены осадочными породами различного гранулометрического состава: псаммитами (1,0-0,1 мм), алевроитами (0,1 - 0,01 мм), пелитами (< 0,01 мм), а также глыбами и валунами скальных пород. Наименование фракционного состава материалов сбросов дано в соответствии с классификацией П.Л.Безрукова и А.П.Лисицына морских обломочных пород по гранулометрии [1]. Вещественный состав захороняемых пород зависит от местоположения района их извлечения и глубины дночерпания. Наибольшую антропогенную метаморфизацию испытывает обычно верхний слой (0-5 см) илистых осадков в районах усиленных техногенных нагрузок (трассы судоходства, портовые акватории, бухты с затрудненным водообменом с сопредельным морем). Так, в одной из бухт, в которой ведутся дноуглубительные работы с последующим вывозом грунтов в район исследуемого полигона, илистые осадки содержат аномалийные количества металлов - выше соответствующих кларков для осадочных пород литосферы по А.П.Виноградову [4] : по кадмию, ртути, серебру - на два порядка, свинцу и селену - на порядок, меди и цинку - в несколько раз (таблица).

Табл. Концентрация элементов в верхнем слое (0-5 см) илистых осадков бухты (данные А.И.Рябинина, Л.В.Салтыковой, Е.А.Лазаревой) и кларки для осадочных пород литосферы по А.П.Виноградову

Концентрация, %	Элементы						
	хром	железо	ко-бальт	цинк	селен	серебро	кадмий
Донные осадки	0,0046	0,45	0,0033	0,037	0,002	0,0073	0,013
Кларки по А.П.Виноградову	0,01	3,33	0,002	0,0081	$6 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$

Концентрация, %	Элементы					
	ртуть	ти-тан	медь	стронций	свинец	цир-коний
Донные осадки	0,0087	0,37	0,016	0,04	0,022	0,011
Кларки по А.П.Виноградову	$4 \cdot 10^{-5}$	0,45	$5,7 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$

Анализ донных осадков выполнен нейтронно-активационным и рентгено-радиометрическими методами.

Указанный слой осадков содержит нефтяные углеводороды (НУ), гамма-гексахлорциклогексан (γ -ГХЦГ) и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).

Экспериментально в лабораторных условиях изучалось влияние данного слоя осадков на содержание в свежееотобранной из района дампинга морской воде НУ, γ -ГХЦГ, СПАВ. Исходная морская вода содержала НУ менее 0,05 мг/л, γ -ГХЦГ - 0,008 мкг/л, СПАВ не были обнаружены. Учитывая неконсервативность исследуемых ингредиентов и возможность превалирования деструкционных процессов над десорбционными, эксперименты проводились в условиях, препятствующих свободному проникновению атмосферного воздуха в стеклянные емкости, в которые помещались вода и грунт. Температура воды в процессе опыта составляла 21-22°C. Десорбция НУ и γ -ГХЦГ исследовалась при соотношении грунт-вода 1:9, а СПАВ - соответственно 1:4. Проведена серия экспериментов: контрольный (исходная морская вода без грунта) и опыты по исследованию десорбционного процесса при перемешивании и без него. Процесс перемешивания длился 10 минут. Отбор проб проводился после отстаивания осадка с помощью стеклянного сифона. В осветленной жидкой фазе содержание НУ определялось ИКС-методом, γ -ГХЦГ - стандартным газо-хроматографическим, СПАВ - стандартным экстракционно-фотометрическим. Извлечение НУ из донных осадков выполнялось с использованием хлороформа. Содержание γ -ГХЦГ и СПАВ в донных осадках не анализировалось.

Концентрация НУ в контрольном опыте в течение всей экс-

озиции (29 суток) оставалась без изменения (менее ПДК), а при взаимодействии с грунтами, содержащими НУ до 51,4 мг на г сухого грунта, в условиях перемешивания она достигла в первые сутки 0,76 мг/л (15 ПДК). Десорбция НУ при перемешивании была в 1,5-2,5 раза больше, чем без него. В формировании содержаний НУ в воде в последующие после "всплеска" временные интервалы все же важную роль играли процессы самоочищения, за счет которых концентрация НУ, постепенно уменьшаясь, составила к концу опыта 0,10-0,08 мг/л.

Концентрация γ -ГХЦГ в условиях перемешивания достигла максимума на четвертые сутки эксперимента, превысив исходную в 1,6 раза. Содержание СПАВ в первый час опыта составило 35 мкг/л, а на 18 сутки - 50 мкг/л; накопление вещества в воде шло медленно, но непрерывно. Таким образом, учитывая мелкозернистость исследуемого района дампинга, а также достаточно высокое содержание веществ антропогенного генезиса в илистых грунтах, последние, несмотря на низкие десорбционные свойства, могут быть существенным вторичным источником возмущения естественного гидрохимического фона в процессе ветро-волнового взмучивания.

В отличие от верхнего слоя донных осадков, песчано-глинистые грунты, вывозимые в район свалки с больших глубин (до 5-8 м от поверхности раздела вода-грунт), практически не содержат ксенобиотиков - веществ исключительно антропогенного генезиса, учитывая скорости седиментации в бассейне и диагенеза осадков. Извлеченные осадочные образования относятся стратиграфически к современным черноморским отложениям (возраст 5 тыс. лет). В ряде случаев грунты, извлеченные с указанных глубин, содержат сероводород, весьма токсичный для гидробионтов. При экспериментальном исследовании процессов взаимодействия донных осадков, извлеченных с глубины 5 м в одной из бухт, с морской водой (при соотношении грунт-вода 1:17) концентрация сероводорода в приконтактном с грунтом микрослое воды достигла в первые сутки 0,52 мл/л, что соизмеримо с содержанием его на глубине порядка 200 м в Черном море. Эксперимент проводился в условиях перемешивания (один раз в сутки) верхней части столба воды над грунтом при свободном доступе атмосферного воздуха. В натуральных условиях, особенно в "острый" начальный период сбросов, аналогичный

негативный эффект вполне реален, учитывая ограниченные размеры участка, отведенного для сбросов (5 кв.км), при значительном объеме захороняемых грунтов в ограниченные временные интервалы. Известны случаи, когда в исследуемом районе в течение 30-40 дней ежесуточно захоронялось по 800 куб.м грунта и более.

Сероводородное заражение донных осадков полигона дампинга и иловых вод возможно также и за счет сульфатредукции в условиях интенсивного привноса органики как собственно захороняемыми грунтами, так и действующими береговыми выпусками сточных вод. Экспедиционные исследования в районе дампинга в октябре 1983 года, проведенные спустя 15 дней после сброса грунтов, выявили повсеместное заражение донных осадков сероводородом.

Исследуемый полигон характеризуется сложной гидрохимической обстановкой, формирующейся под влиянием как захороняемых грунтов, так и береговых сбросов хозяйственно-бытовых стоков (3000-3200 куб.м/сутки), промышленных вод винзавода (220-500 куб.м/сутки), а также речного выноса. Приоритетными ингредиентами береговых выпусков являются биогенные вещества, НУ, СПАВ.

Продолжительные межсбросовые периоды (3-8 месяцев) смягчают аддитивность влияния постоянно действующих береговых выпусков и сбрасываемых материалов дночерпания, однако, даже в этих условиях аномалийные концентрации некоторых биогенных веществ, пространственно тяготеющие к береговым выпускам, превышают в 1,3-2,7 раз таковые в других прибрежных районах моря, в том числе и приустьевых районах Дуная и Днестра. В то же время потенциал самоочищения исследуемого полигона способствует формированию концентраций изучаемых ингредиентов, не превышающих, в основном, величин ПДК в указанные межсбросовые периоды.

Установлена тенденция увеличения концентраций НУ и УГХЦ после сброса грунтов по сравнению с продолжительным межсбросовым периодом. Экспедиционными исследованиями в октябре 1983 года, проведенными после захоронения грунта, выявлены концентрации НУ в 2-3 раза большие по станциям, расположенным в районе отвала, чем в длительный межсбросовый

период. Можно предположить, что и "всплеск" концентраций γ -ГХЦГ в феврале 1984 года (почти на порядок выше обычных для данного района содержания) также объясняется непосредственным влиянием захороненных грунтов. Отмеченные концентрации γ -ГХЦГ не столь часто имеют место даже в тех прибрежных районах моря, которые испытывают наибольшее влияние поверхностного смыва пестицидов с орошаемых и неорошаемых массивов, а также речного выноса. Негативное влияние захороняемых материалов дночерпания подтверждается также "всплеском" содержания γ -ГХЦГ непосредственно в донных осадках полигона дампинга в августе 1981 года, что совпало непосредственно со временем сбросов грунтов. По станциям центра отвала грунта и в направлении преобладающего сноса содержание вещества в донных осадках оказалось в 15 раз выше, чем на сопредельных участках.

Площадная дифференциация сбрасываемых продуктов дночерпания может наследовать существующую зональность granulometрии донных осадков. В районе полигона смена грубозернистых отложений на алевритистые или приурочена к глубинам порядка 17-20 м. Илистые осадки, по сравнению с песчаными, являются лучшими природными сорбентами поллютантов, которые, подвергаясь деструкции, могут несколько обеднять морскую воду растворенным кислородом. Некоторое наблюдаемое уменьшение концентрации растворенного кислорода (на 5-8 % насыщения) в придонном горизонте, в местах предполагаемой аккумуляции алеврито-пелитовой составляющей сбросов, возможно, связано с отдаленными в пространстве и времени последствиями захоронения грунтов (в отличие от "острых" периодов, проявляющихся обычно в течение нескольких часов непосредственно в районе захоронения и вблизи его). При этом фактор перепада глубин в исследуемой прибрежной части не является определяющим в формировании поля растворенного кислорода, так как отсутствует какая-либо синхронность в изменении изооксиген и изобат. Следовательно, при организации системы мониторинга и исследовании изменчивости гидрохимических параметров в районах дампинга необходимо проводить наблюдения не только в направлении вдольберегового сноса, но и с учетом площадной зональности механического состава донных осадков, в том числе и депрессий рельефа дна, где и

может аккумулироваться мелкодисперсная часть сбрасываемых грунтов.

Результаты проведенных исследований позволяют дать некоторые рекомендации при выборе районов для регламентируемых сбросов грунтов в прибрежной зоне. При оценке района, потенциально возможного для захоронения грунтов, и выдаче разрешений на сброс необходимо, в первую очередь, объективно оценить существующую нагрузку, а также ее многолетнюю тенденцию с учетом перспектив хозяйственной деятельности. Гидрохимическая характеристика прибрежного района, данная только на основе сопоставления истинных содержаний тех или иных ингредиентов и их ПДК, представляется явно недостаточной. Учитывая рыбохозяйственное значение прибрежных вод, безвредность воды, содержащей несколько веществ с определенными лимитирующими показателями вредности, может быть обеспечена только при условии

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \leq 1,$$

где C_i — концентрация вещества i в воде;
 ПДК_i — предельно-допустимая концентрация данного вещества.

В особо ответственных случаях суждение о токсичности среды на основе применяемой в настоящее время системы ПДК без специальных токсикологических исследований, вообще может оказаться весьма проблематичным [2]. Для районов интенсивного рыболовства, нагула, нереста, миграции и зимовок рыб и других наиболее хозяйственно значимых районов моря актуальным становится поиск альтернативы захоронению грунтов в морской среде. В полной мере это относится, например, к юго-западной части побережья Крыма, где отмечено 78 из 165 видов рыб, обитающих в Черном море; к Каркинитскому заливу, где скопление мидий на глубинах 20–50 м представляет ядро популяции мидий северо-западной части Черного моря.

Сброс материалов дночерпания в море — вынужденная, но не всегда оправданная мера. Утилизация извлеченных пород

возможна в качестве стройматериалов (песок, щебень и др.), для восполнения дефицита твердого стока в некоторых районах моря в результате зарегулирования рек, предотвращения деградации берегов за счет абразионных и оползневых процессов. Последние в значительной степени и связаны с отъемами прибрежных и береговых отложений (песка, гравия, гальки, ракушки) для строительных целей, сокращением поступления твердого стока, уменьшением объемов вдольбереговых наносов [5].

Таким образом, при выборе полигонов для дампинга и выдаче разрешений на сбросы грунтов в прибрежных районах моря, гидрохимические условия которых формируются под влиянием разнонаправленных антропогенных нагрузок, необходимо, в первую очередь, объективно оценить существующую и возможную на перспективу гидрохимическую обстановку района с учетом эффекта суммарного воздействия различных химических веществ. Применительно к особо хозяйственно значимым районам актуальным является постановка специальных эколого-экономических исследований путей возможной утилизации извлеченных при дноуглубительных работах пород.

Литература

1. Безруков П.Л., Лисицын А.П. Классификация осадков современных морских водоемов.- Тр. Института океанологии АН СССР, 1960, т.32, с.3-14.
2. Волков И.В., Харин В.Н. О значимости гидрохимических параметров среды при определении ее токсичности для гидробионтов.- Водные ресурсы, 1980, № 4, с.191-193.
3. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н. и др. Самосчищение в прибрежной акватории Черного моря.- Киев: Наукова Думка, 1975, 142 с.
4. Сауков А.А. Геохимия.- М.: Наука, 1966, с.65.
5. Шуйский Ю.Д., Золотов В.И. Использование твердых отходов производства для предотвращения разрушения берегов Черного моря.- В кн.: Проблемы экономической оценки создания и внедрения безотходных промышленных производств. Тезисы докладов I Всесоюзного совещания. Ворошиловград, 1978, с.180-182.

Севастопольское отделение
Государственного океанографического института