

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

~6611-84 Den. УДК 551.465.72:507.7(204)

В.И.Губанов

## РОЛЬ МАССООБМЕНА ЧЕРЕЗ БОСФОР В ОЧИЩЕНИИ ВОД ЧЕРНОГО МОРЯ ОТ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ДЕТЕРГЕНТОВ

Использование нефтяных углеводородов (НУ) и детергентов (поверхностно-активных веществ - ПАВ) в промышленности, сельском хозяйстве, на транспорте и в быту создало угрозу загрязнения вод Мирового океана. Благодаря своим эмульгирующим свойствам, в последние годы при ликвидации аварийных разливов нефти широко применяются детергенты. В то же время, исследованиями установлено, что соединения, образовавшиеся при взаимодействии НУ и эмульгаторов, являются более токсичными, нежели исходные вещества [1,3]. В этой связи вопросы, касающиеся оценки загрязнения вод ПАВ в районах повышенного содержания НУ, приобретают особый интерес.

Расчет баланса нефтяных углеводородов и детергентов, а также прогноз уровня загрязнения ими в Черном море требуетзнать, помимо ряда других составляющих, величины обмена указанных загрязняющих веществ (ЗВ) через пролив Босфор.

Прибосфорский район Черного моря, Мраморное море и пролив Босфор характеризуются интенсивным судоходством. Сброс балластных и промывочных вод, вынос промышленных и бытовых отходов, содержащих НУ и ПАВ, формируют в районе исследования устойчивые во времени и пространстве поля загрязнений. По данным Ганнерсона [2], в 1968 году в районе г.Стамбул сбрасывали в море от 40 до 60 млн.м<sup>3</sup> промышленных и бытовых сточных вод. Концентрация НУ в поверхностном слое Босфора в этот период составляла 3-10 мг.л<sup>-1</sup> (60-200 ПДК). Согласно

ОБЪЕДИН. 1984 г.

наблюдениям СО ГОИНа, концентрация ПАВ в Босфоре в отдельных случаях превышает  $2000 \text{ мкг.л}^{-1}$ , при среднегодовом значении  $230 \text{ мкг.л}^{-1}$  (более 2 ПДК).

В предыдущие годы специалистами Севастопольского отделения Государственного океанографического института были предприняты попытки оценить обмен ЗВ между Черным и Мраморным морями. Не отрицая явной ценности указанных работ, необходимо отметить, что в силу объективных причин того времени они имеют ряд недостатков. Наиболее серьезными из них являются следующие:

1. Короткий ряд исходных данных о содержании ЗВ в предпроливных районах и величине водообмена через Босфор.

2. Использование при расчетах обмена ЗВ значения расхода нижнего босфорского течения, которое в большинстве случаев определялось с учетом осредненной по трем наблюдениям, а не истинной скорости переноса струи средиземноморских вод.

3. Низкая чувствительность весового метода анализа НУ ( $0,30 \text{ мг.л}^{-1}$ ), превышающая их среднее содержание в районе исследований.

Последующие многочисленные наблюдения (1978-1982 годы) за содержанием и распределением ЗВ в Черном, Эгейском морях и проливной зоне, уточнение величин водообмена через Босфор, а также использование ИКС-метода определения НУ, характеризующегося более высокой чувствительностью ( $0,05 \text{ мг.л}^{-1}$ ), позволяют с большей точностью оценить обмен НУ и ПАВ между смежными морями.

Для расчета обмена ЗВ через Босфор достаточно знать с одной стороны их среднегодовые концентрации в поверхностном 50-метровом слое предпроливного района Черного моря, водами которого формируется верхнебосфорское течение, и в струе средиземноморских вод, поступающих в Черное море с нижнебосфорским течением, а с другой стороны - среднегодовые величины расходов противонаправленных течений в проливе.

Используя исходные данные, было установлено, что расход НУ и ПАВ через Босфор превышает их приход на  $17 \cdot 10^3 \text{ т.год}^{-1}$  и  $5 \cdot 10^3 \text{ т.год}^{-1}$  соответственно. Рассчитанные величины превышения обеспечивают в поверхностном 50-метровом слое юго-западного района Черного моря ежегодное уменьшение

концентрации НУ на  $0,01 \text{ мг.л}^{-1}$ , а ПАВ - на  $3 \text{ мкг.л}^{-1}$ .

При отсутствии равновесного обмена ингредиентами через пролив в одном из смежных морей наблюдается их накопление. В каком именно - об этом будет ярко свидетельствовать так называемый показатель обмена (ПО). Показатель обмена определяется как отношение концентраций ингредиента в противонаправленных течениях. Исходя из значений расходов верхнего ( $390 \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-1}$ ) и нижнего ( $217 \text{ км}^3 \cdot \text{год}^{-1}$ ) течений в Босфоре, очевидно, что равновесный обмен ЭВ происходит в том случае, когда величина отношения их концентраций в поверхностных черноморских водах и струе средиземноморских вод, поступающих в Черное море, составляет 0,56. Иными словами, при  $\text{ПО} = 0,56$  в Босфоре наблюдается равновесный обмен ЭВ. Если  $\text{ПО} < 0,56$ , то в Черном море идет процесс накопления ЭВ, а при  $\text{ПО} > 0,56$  вынос ЭВ из Черного моря превышает их поступление. Показатель обмена, согласно расчетам, имеет значение для НУ 0,92, для ПАВ - 0,84.

Из вышеизложенного следует, что массообмен через пролив Босфор способствует очищению Черного моря от нефтяных углеводородов и детергентов. Об этом убедительно свидетельствуют как величина абсолютного превышения расхода НУ и ПАВ над их поступлением, так и значение показателя обмена.

### Литература

1. Griffith. Toxicity of crude oil and detergents to two species of edible molluscs under artificial tidal conditions. - FAO technical conf. on marine pol. Rome, 1970, p. 9-17.
2. Gunnerson Ch. G. Environmental design for Istanbul sewage disposal. - J. Environ. Eng. Div. Proc. Amer. Civ. Eng., 1974, 100, N° 1, p. 101-118.
3. Rosental H., Gunkel W. Wirkungen von Rohöl-Emulgatorgemischen auf marine Fischbrut und deren Nöhrtiere Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 1967, 16, N° 4, s. 315-320.

Севастопольское отделение  
Государственного  
океанографического института