

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ISSN 0203-4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

28
—
1988

1. Битумоиды органического вещества осадков Черного моря / А. А. Геодекан, Т. Г. Чернова, Г. Ф. Ульмишек и др. // Океанология. — 1977. — 17, вып. 5. — С. 816—823.
2. Инструкция по определению содержания нефти и нефтепродуктов в судовых водах различного назначения с использованием инфракрасной спектрофотометрии. — Л., 1982. — 16 с.
3. Кирюхина Л. Н. Накопление углеводов в донных осадках береговой зоны Черного моря // Биология моря. — Киев, 1979. — Вып. 50. — С. 24—27.
4. Коржикова Л. И., Смирнов Б. А., Бордовский О. К. К характеристике химического состава органического вещества океанских осадков из районов его массового накопления // Океанология. — 1979. — 19, вып. 3. — С. 421—426.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 05.04.84

L. N. KIRYUKHINA

ON THE ROLE OF ANTHROPOGENIC FACTOR IN THE FORMATION OF BITUMOIDS (AS EXEMPLIFIED BY THE BLACK SEA BOTTOM SEDIMENTS OF THE COASTAL ZONE)

Summary

Free A bitumoid and bounded C bitumoid in the Black Sea bottom sediments of the coastal zone of different granulometric composition and of different degree of susceptibility to anthropogenic effect are investigated.

It is found that allochthonous organic material of the hydrocarbon nature changes physicochemical properties of the bottom sediments. At the same time bitumoids of different character are formed. Oils (up to 70%) and benzene resins (up to 24%) make up the basis of the reduced A bitumoid. Their content in the oxidized C bitumoid is three or four times as low.

A number of aromatic and methane-naphthene hydrocarbons in A bitumoid is 1 or 2 order as high as that in C bitumoid. In this case naphthenes predominate in the composition of methane-naphthene compounds of A bitumoid. They also exist in C bitumoid, but in considerably smaller number.

УДК 574.64:574.652

Л. А. ШАДРИНА

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ АКТИВНОГО ХЛОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ СООБЩЕСТВА МОРСКОГО ОБРАСТАНИЯ

При возрастании темпов и объемов строительства морских гидротехнических сооружений и плавсредств проблема защиты от обрастания приобретает все большую остроту, так как ущерб, наносимый народному хозяйству страны обрастанием, составляет миллиарды рублей в год [2].

В последнее время среди способов защиты от обрастания особое место занимает электролизное хлорирование морской воды. Высокая токсичность соединений активного хлора (хлорноватистая кислота, гипохлорит ион) и сравнительная простота их получения ставят активный хлор в ряд наиболее перспективных биоцидов, обеспечивающих высокую степень защиты от морского обрастания, особенно в случаях, когда использование противообрастаемых покрытий исключено [3].

Имеются сведения об успешном применении хлора в качестве биоцида для защиты от обрастания внутренних поверхностей циркуляционных систем, где возможно поддерживать стабильную концентрацию токсина, и о попытках использования метода для защиты значительных

Влияние активного хлора ($\text{мг} \cdot \text{л}^{-1}$) на динамику численности ($\text{экз} \cdot \text{м}^{-2}$)

Экспериментальная точка	Концентрация активного хлора		Мидии	Баланысы
	средняя	диапазон изменения		
1	5,0	2,5—8,0	0	0
2	2,6	0,0—4,0	0	0
3	1,5	0,0—4,0	$13 \pm 13,6$	$26 \pm 14,5$
4	1,35	0,0—2,7	$13 \pm 13,6$	$66 \pm 16,8$
5	1,0	0,0—2,5	$40 \pm 11,3$	$159 \pm 32,2$
6	0,45	0,0—0,9	$53 \pm 20,3$	$504 \pm 39,1$
7	0,2	0,0—4,0	$66 \pm 16,5$	$999 \pm 47,2$
8	0,13	0,0—0,26	$80 \pm 19,0$	$1026 \pm 72,9$
9	0,05	0,0—0,1	$105 \pm 18,1$	$1120 \pm 28,0$
10	0,0	0,0—0,05	$160 \pm 18,1$	$1893 \pm 98,9$
11	0,0	0,0	$370 \pm 64,3$	$4746 \pm 348,2$

* Численность в течение 1 мес, биомасса — 3 мес экспонирования образцов в море.

площадей наружных поверхностей корпусов плавсредств и гидротехнических сооружений [1, 3]. В неограниченном объеме воды обеспечение защитной концентрации биоцида в пристеночном слое у объекта сопряжено с рядом трудностей:

неравномерное распределение биоцида вдоль защищаемой поверхности за счет ее кривизны;

относительно быстрое падение концентрации биоцида при контакте с неограниченными объемами воды;

снос хлорного облака с защищаемой поверхности вследствие естественных перемещений водных масс.

В связи с этим при защите открытых наружных поверхностей концентрации токсина и объемы обработанной им воды значительно возрастут, а при широком внедрении способа многократно превысят дозы биоцида и объемы хлорированной воды, проходящей через циркуляционные системы самых крупных потребителей.

Открытое хлорирование не может не оказывать влияния на окружающую среду. По данным зарубежных авторов, активный хлор концентраций $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ снижает продукцию фитопланктона на 79% [5, 6]. При концентрации активного хлора $0,05 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ хлорированные стоки обладают высоким спермицидным действием в отношении ряда морских беспозвоночных.

Электролизным хлорированием морской воды как способом защиты от обрастания стали заниматься сравнительно недавно [2], и в настоящее время только ведутся подготовительные работы к широкому его внедрению, поэтому активный хлор является относительно новым и недостаточно изученным антропогенным фактором для гидробионтов наших морей.

Известны публикации, в которых приводятся сведения об эффективности защиты и влиянии токсина на отдельные виды морских гидробионтов [1, 3—6].

Исследования по изучению влияния активного хлора на сообщества обрастаний в естественных условиях ранее не проводились. Очевидно, что проблема заключается не только в защите искусственных сооружений от обрастания, но и в сохранении этих сообществ на естественных субстратах прибрежной зоны как важного звена в цепи сообществ морских организмов.

В связи с этим активный хлор должен быть всесторонне и глубоко изучен для определения его влияния на экосистемы прибрежных морских вод и прогнозирования возможных последствий хронического открытого хлорирования при широком внедрении способа с учетом применяемых концентраций биоцида, объемов обработанных вод и зоны распространения хлорного облака.

и биомассу (г·м⁻²) организмов сообщества макрообрастания *

Водоросли	Мшанки	Гидроиды	Ботриллиусы	Биомасса	
				сырая	сухая
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	89	16
0	0	0	0	92	20
3560± 469,4	0	0	0	112	40
6653± 526,6	0	0	0	130	48
10331± 931,7	0	0	0	126	42
28933±1282,3	66±24,0	0	0	134	37
35066±1864,9	107±26,9	0	0	128	46
49066±1282,3	147±27,8	0	0	122	40
146799± 837,9	320±75,6	120±27,8	8666±1064,4	1085	368

В статье изложены результаты изучения влияния активного хлора на процесс формирования сообщества морского макрообрастания в естественных условиях и определена степень его токсичности для массовых видов обрастателей, указаны концентрации токсина, необходимые для защиты от обрастания наружных поверхностей объектов в море.

Методы. Испытания проводились в море на различном удалении от точки сброса активного хлора, получаемого электролизом морской воды. Процесс электролиза осуществлялся непрерывно. Сбросной патрубок находился над поверхностью моря. Струя хлорированного стока была направлена под углом к зеркалу воды. Хлорное облако распространялось в прибрежной зоне моря, при этом в контролируемых точках концентрация уменьшалась с 8 до 0 мг·л⁻¹. Содержание активного хлора в морской воде определяли йодометрическим титрованием.

Вследствие естественного перемещения водных масс концентрация токсина в каждой точке хлорного облака в ходе эксперимента изменялась в широком диапазоне, определенном для каждой экспериментальной точки отдельно. Эти точки были выбраны на одной прямой со сбросным патрубком, но располагались в сторону, противоположную направлению струи хлорированного стока.

Для контроля за обрастанием были установлены чистые стеклянные пластины площадью 240 см² по 5 шт. в 11 точках. Первая группа пластин находилась на расстоянии 1 м от хлорного сброса, 11-я — на расстоянии 15 м. Контрольные пластины помещали в 40 м от точки сброса хлорированных вод.

Осмотр производили через 5, а затем 10 дней в течение 3 мес в сезон массового оседания личинок обрастателей (май — август 1984 г.). Пластины просматривали под биноклем в кюветах с морской водой. При первых осмотрах расположение осевших личинок зарисовывали, затем на пластинах с интенсивно развивающимся обрастанием производили только количественный учет организмов массовых видов макрообрастания. По истечении 3 мес для каждой экспериментальной точки была определена сырая и сухая масса обрастания на 1 м².

Анализ состояния опытных пластин показал, что процесс формирования сообщества обрастания, его видовой состав и рост биомассы находятся в непосредственной зависимости от концентрации активного хлора (таблица).

Развитие биоценозов обрастания в умеренных водах происходит довольно однотипно и состоит из трех фаз:

I — начальная слизистая пленка микроорганизмов;

II — развитие крупных быстрорастущих животных (балабусы, мшанки, гидроиды);

III — преобладание двусторчатых моллюсков, фаза устойчивого сообщества — климакс [2].

Присутствие активного хлора оказало влияние на этот процесс, что проявилось в полном или частичном отсутствии фазы начальной слизистой пленки. Полное ее отсутствие на пластинах отмечено в точках 1—3, где кратковременное отсутствие биоцида сменялось его концентрацией до $4 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. В экспериментальных точках 4—7 слизистая пленка уничтожалась и вновь возникала при понижении концентрации хлора. На более удаленных пластинах в точках 8—10 отклонения от контроля на первой фазе формирования сообщества не наблюдалось.

В зоне распространения хлорного облака вторая фаза формирования сообщества отличалась тем, что оседание личинок было менее интенсивным и более однородным по составу в сравнении с контролем. В точках 1—2 вторая фаза отсутствовала, а в точках 3—4 на пластинах зарегистрированы только велигеры мидий и циприсы баянусов, не утратившие способность к прикреплению и развитию в диапазоне концентраций активного хлора $0,0\text{—}4,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ (очевидно, за счет морфологических особенностей). С удалением от источника хлора в точках 5—10 видовое разнообразие сообщества постепенно увеличилось.

Изменения в видовом составе формирующегося сообщества происходили за счет оседания личинок обрастателей и вследствие ухода их с пластин. Случаи открепления, угнетения или гибели прикрепленных форм обрастателей были зафиксированы на пластинах в точках 3—6. В районе экспериментальных точек 7—10, где были лишь следовые концентрации токсина, открепление и гибель ювенильных особей не зарегистрированы. Однако биомассы обрастания на этих пластинах в сравнении с контрольной свидетельствует об угнетении процесса обрастания даже в присутствии минимальных количеств активного хлора.

В целом, с удалением от источника токсина на 1—40 м, биомасса обрастания изменялась, возрастая от 0 до $368 \text{ г} \cdot \text{м}^{-1}$ (сухая масса).

Влияние активного хлора на различные виды обрастателей неодинаково. Наибольшей устойчивостью к его воздействию обладают мидии и баянусы. Ботриллусы и гидроиды не переносят и следовых концентраций хлора даже при периодическом контакте с ним. На пластинах, расположенных в точке 10, где содержание биоцида не достигало $0,1 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, ботриллусы и гидроиды не зафиксированы, а биомасса обрастания на порядок ниже по сравнению с контролем в основном за счет отсутствия этих видов в сообществе.

В ходе наблюдений во всех контролируемых точках расположения пластин были зафиксированы периоды отсутствия токсина. Процесс формирования и развития сообщества лимитируется максимальными концентрациями токсина, отмеченными в отдельных случаях и более стабильно поддерживающимися средними их значениями.

Достаточно высокая степень защиты от обрастания (95% по сравнению с контролем) обеспечивается при концентрации хлора $1\text{—}1,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ [4]. В опыте — 92% — эффективность хлорирования получена на пластинах в точке 3, где концентрация токсина изменялась от $0,0$ до $4,0 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ при среднем значении $1,5 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. Следовательно, для устранения обрастания, возникающего при отсутствии токсина или в период, когда его концентрация была ниже защитной, требуется обработка поверхности активным хлором с концентрацией не менее $4 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. Чтобы в каждой точке открытой поверхности обеспечить защитную дозу хлора $4 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$, подающийся из распылителей раствор биоцида должен быть еще более насыщенным.

При защите наружных поверхностей объектов реагент может подаваться из ряда точек, с удалением от которых концентрация хлора будет быстро уменьшаться за счет хлоропоглощаемости морской воды. Опыт показал, что реагент концентрацией $8 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$ при подаче на поверхность способен обеспечить защиту (92%) на расстоянии около 3 м. Если конструктивные особенности объекта с учетом его прочностных,

гидродинамических и других характеристик не позволяют распределить отверстия или сопла системы защиты на таком расстоянии друг от друга, то увеличение расстояния между точками подачи хлорированной воды должно компенсироваться увеличением концентрации биоцида, что в свою очередь окажет еще большее влияние на естественные сообщества гидробионтов.

Число объектов, нуждающихся в защите от обрастания, очень велико, поэтому сейчас не представляется возможным даже приблизительно оценить те объемы воды и площади поверхностей естественных субстратов, которые в той или иной степени подвергнутся влиянию активного хлора в случае широкого внедрения электролизного хлорирования.

Опасность обрастания искусственных сооружений наиболее высока в богатой жизнью прибрежной зоне моря, являющейся для большинства гидробионтов местом воспроизведения потомства [2]. Именно здесь и будут сбрасываться хлорированные стоки систем защиты от обрастания плавсредств и стационарных сооружений. С позиций рационального водопользования, бережного отношения к окружающей среде и прибрежным экологическим нишам, очевидно, следует пока ограничиться применением этого способа для защиты внутренних поверхностей циркуляционных систем, где использование других известных методов защиты практически исключено. Концентрация токсина и объемы обработанной им воды будут в данном случае несоизмеримо меньше, чем при защите корпусов плавсредств и других гидротехнических сооружений. Широкое внедрение электролизного хлорирования морской воды для защиты наружных поверхностей объектов от обрастания должно предваряться глубоким системным исследованием влияния активного хлора на сообщества морских гидробионтов, изучением его влияния на различные виды, определением биологической реакции всех трофических уровней на этот биоцид.

Выводы. 1. Полноценное воспроизводство сообщества обрастаний в естественных условиях моря может происходить лишь при полном отсутствии активного хлора.

2. Среди основных видов морского макрообрастания устойчивость к воздействию активного хлора возрастает в ряду ботриллы, гидроида — мшанки — водоросли — мидии, баянусы.

3. Влияние активного хлора на экосистемы прибрежной зоны должно определяться с учетом размеров и значимости возможного отрицательного действия в масштабах морского водоема или его части.

1. Джалилов Р. К., Караев Н. И., Магеррамова Н. Р. Состав биоценоза обрастания систем оборотного водоснабжения двух нефтеперерабатывающих предприятий и эффективность хлорирования для борьбы с ним // Биокоррозия, биоповреждения, обрастания. — М.: Наука, 1976. — С. 173—176.
2. Зевина Г. Б. Обрастания в морях СССР. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1972. — 213 с.
3. Якубенко А. Р., Люблинский Е. Я. Физико-химическая защита от обрастания в судостроении // Судостроение. — 1983. — № 1. — С. 33—35.
4. Якубенко А. Р., Щербакова И. Б., Якубенко Л. А. Критерии и технологические параметры защиты от обрастания электролизным хлорированием циркуляционных систем морской воды // Технология судостроения. — 1981. — № 10. — С. 120—123.
5. Muchmore D., Epel D. The effect of chlorinated stewage on impregnation of some sea invertebrates // Mar. Biol. — 1973. — 19, N 1. — С. 93—95.
6. Carpenter E. I., Reck B. B., Anderson S. I. The cooling water chlorination and the phytoplankton productivity (after passing the cooling system) // Ibid. — 1972. — 16, N 1. — С. 37—40.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено 20.10.86

L. A. SHADRINA

**CONCERNING THE PROBLEM OF THE ACTIVE
CHLORINE EFFECT ON THE FORMATION
OF MARINE FOULING COMMUNITY**

S u m m a r y

Active chlorine has been studied for its effect on the formation of marine macro-fouling community under natural conditions. Dynamics of the quantity and biomass of the community organisms is shown on the basis of the experimental data.