

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ISSN 0203—4646

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ



31

1989

состав липидов, %

Стерины	Жирные спирты	Жирные кислоты ненасыщенные	Триглицериды	Эфиры жирных кислот	Воска	Углеводороды	
						ненасыщенные	насыщенные

шельф

1,5	0,8	3,4	2,1	0,6	1,5	6,7	14,4
0,3	0,4	0,9	Не обн.	Не обн.	1,1	2,2	67,4
2,7	2,0	3,1	1,3	0,3	0,8	2,1	14,5

шельф

0,7	1,2	2,5	2,8	0,2	2,7	0,4	37,0
0,5	Не обн.	1,5	1,6	Не обн.	1,1	Не обн.	68,4
1,9	0,1	3,6	3,2	1,2	1,9	„ „	34,9

Новороссийская

3,8	0,9	4,5	2,1	0,4	1,4	Не обн.	30,0
0,2	0,8	5,0	1,1	0,1	Не обн.	„ „	52,3
Не обн.	Не обн.	3,6	1,4	Не обн.	„ „	„ „	32,4

поле

4,3	„ „	7,2	1,6	Не обн.	„ „	„ „	30,6
Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	Не обн.	„ „	48,8

цированных фракций.

5. Романкевич Е. А. Геохимия органического вещества в океане. — М.: Наука, 1977. — 225 с.

6. Smith D. J., Eglinton G., Morris R. J. The lipid chemistry of an interfacial sediment from Peru continental shelf: fatty acids, alcohols, aliphatic ketons and hydrocarbons // *Geochim. et cosmochim. acta.* — 1983. — 47, N 12. — P. 1225—1232.

7. Wakeham S. G., Lee C., Farrington J. W., Gogosian R. B. Biogeochemistry of particulate organic matter in the oceans: results from sediment trap experiments // *Deep-Sea Res.* — 1984. — A31, N 5. — P. 509—528.

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

Получено 10.07.87

L. N. KIRYUKHINA

THE COMPONENT COMPOSITION OF LIPID-LIKE COMPOUNDS ON THE BLACK SEA BOTTOM SEDIMENTS

Summary

The component composition of lipid-like compounds of bottom sediments was determined on the evidence sampled on the shelf and continental slope. Lipid-like compounds are concentrated in bottom sediments of the harbour water area both in the organic substance and in the bottom sediment. Low-polar compounds accumulated due to hydrocarbons were predominant in their composition. Polar lipids which are mainly resins are abundant in the composition of recent sediments of the open sea. Lipids of the continental slope sediments are composed of hydrocarbons by two-thirds and of polar lipids by one-third.

УДК 620.197.620.193.8

Л. А. ШАДРИНА

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АКТИВНОГО ХЛОРА НА ЮВЕНИЛЬНЫЕ ФОРМЫ БАЛЯНУСОВ

Проблема защиты от обрастания во всем многообразии ее проявлений, обусловленном конструкционными эксплуатационными особенностями объектов, до последнего времени остается актуальной.

В настоящее время разработана и рекомендована к широкому внедрению система защиты циркуляционных систем плавсредств, охлаждае-

мых забортной морской водой, от обрастания мидиями, баянусами и другими организмами. Активный хлор, образующийся в процессе электролиза, обеспечивает высокую степень защиты внутренних поверхностей водоводов и теплообменников при концентрации 1—1,5 мг/л [4]. При постоянной подаче токсина достигается полная защита от обрастания. В целях снижения энергозатрат предлагается также высокоэффективная периодическая работа установок электролизного хлорирования. При таком режиме защиты конструкции активным хлором в течение 1—4 ч перерывы между двумя последовательными обработками не превышают 3—5 ч [1]. Однако в процессе эксплуатации не исключается возможность и более длительных перерывов в работе системы защиты. Это могут быть как плановые, так и аварийные отключения длительностью от нескольких часов до нескольких суток.

В случаях, когда паузы между двумя последовательными обработками превышают 3—5 ч, эффективность защиты резко снижается, так как механизм защитного действия состоит в «отпугивании» личинок от субстрата, поскольку морская вода с указанными концентрациями хлора воспринимается ими как среда, неблагоприятная для существования [5]. Достаточно прочно прикрепившиеся за 6 и более часов мидии и баянусы уже не покинут субстрат. Для прикрепленных форм этих обрастателей концентрация активного хлора 1—1,5 мг/л также не является остротоксичной. Кроме того, при неблагоприятных условиях створки раковин и домиков плотно закрываются, изолируя тело животного.

Таким образом, обрастание, возникшее в период отключения установки электролизного хлорирования, при возобновлении ее работы может остаться не уничтоженным. Более того, известны случаи его стимулирования активным хлором. Так, описано массовое развитие обрастателей на решетках системы охлаждающего водозабора, куда с целью его защиты подавали активный хлор [7]. Рекомендаций же по режиму хлорирования для устранения возникшего в циркуляционных системах обрастания при перерывах в работе системы защиты в литературе не обнаружено.

В статье представлены результаты работ, выполненных с целью определения концентраций активного хлора и времени воздействия на различные возрастные группы баянусов, необходимых для подавления возникшего обрастания. Одновременно полученные данные дополняют имеющуюся в литературе информацию о влиянии хлора на прикрепленные формы баянусов. В применяемых системах защиты морская вода, прошедшая через электролизер, может насыщаться хлором до 200—300 мг/л, тогда как исследования о влиянии активного хлора в концентрации более 20 мг/л на ювенильные формы баянусов в доступной литературе не описаны [8].

Материал и методика. Опыты по влиянию активного хлора на осевшие формы баянусов проводили в периоды массового их размножения. При постановке эксперимента использовали общепринятые методики биологических исследований по водной токсикологии [2]. В процессе наблюдения подопытный материал содержали в проточной морской воде, что позволило максимально приблизить условия опыта к естественным. Эксперименты проводили при температуре морской воды 20—24 °С. Активный хлор получали электролизом морской воды на нерастворимых электродах. Наблюдение за осевшими ювенильными особями вели в течение 15—25 сут. Результаты воздействия активного хлора оценивали с учетом состояния животных в контроле.

Осевших циприсов и 1—5-суточных баянусов получили на спаренных стеклянных пластинах, экспонируемых в море на глубине 60—80 см. Ежедневно пластины просматривали под биноклем: расположение особей, взятых в опыт, зарисовали. Длину и ширину домиков измеряли окуляр-микрометром. Проростки макрофитов, личинки и молодь других видов обрастателей удаляли со стекол препаровальной иглой.

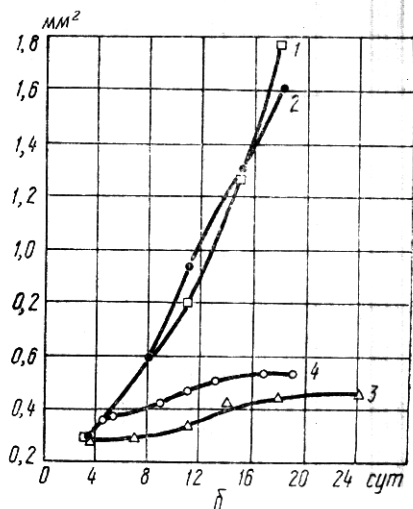
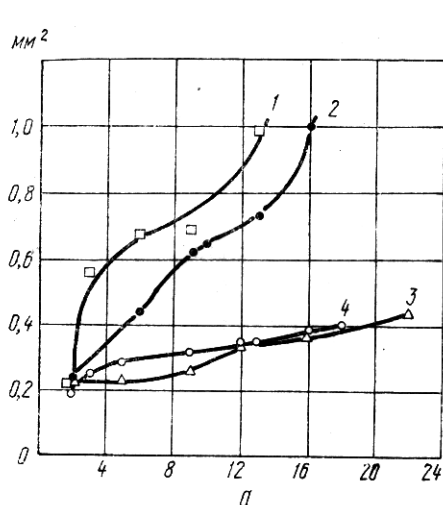


Рис. 1. Влияние активного хлора ($Cl=20$ мг/л) на темп роста 2- (а) и 4-суточных (б) баянусов при различном времени воздействия:

1 — 2 ч; 2 — 5; 3 — 15 ч; 4 — контроль. Здесь и на рис. 2—4: по оси ординат — произведение наибольшего и наименьшего диаметров основания домиков, mm^2 ; по оси абсцисс — время наблюдения, сут

Пластины с подопытными животными помещали на заданное время в сосуды с хлорированной морской водой. Концентрация токсина в опыте оставалась постоянной и контролировалась методом иодометрического титрования. Сосуды устанавливали в проточной воде, что позволяло поддерживать в опыте постоянную температуру.

После воздействия хлора пластины переносили в проточную морскую воду, где находился и контроль. В ходе дальнейших наблюдений отмечали общее состояние организмов в опыте и контроле, измеряли длину и ширину основания домиков, фиксировали частоту и скорость фильтрации. Замеры производили 1 раз в 1—2 сут. Перед замером домики очищали от налета ила, детрита и личинок других обростателей мягкой кисточкой.

Воздействие активного хлора на ювенильные формы баянусов изучали в диапазоне концентраций (C) 20—250 мг/л при времени контакта (T) 1, 2, 5, 15 ч.

Результаты и обсуждение. Опыты показали, что активный хлор может угнетать и стимулировать жизненные функции ювенильных особей баянусов. Характер его влияния на животных одной возрастной группы определяется 2 факторами: концентрацией реагента и временем контакта организмов с ним. Влияние активного хлора в концентрации 20 мг/л изучали на 2- и 4-суточных баянусах.

По произведению величин максимального и минимального диаметров основания домиков (Q) построены кривые, отражающие изменения темпа роста животных после воздействия хлора в сравнении с контролем (рис. 1). Опыт показал, что обработка хлором в концентрации 20 мг/л в течение 2 и 5 ч оказывает стимулирующее воздействие на животных обеих возрастных групп. После 15 ч контакта с токсином размеры домиков в течение 5—7 сут не увеличиваются, а затем постепенно приближаются к контролю.

Влияние активного хлора в концентрации 100 мг/л изучали на циприсах, 2- и 5-суточных баянусах при времени воздействия токсина 1, 2 и 5 ч для всех возрастных групп.

Изменение темпа роста животных в опыте и контроле оценивали, как и в предыдущих опытах, по изменению во времени величины произведения длины и ширины домиков (рис. 2, 3).

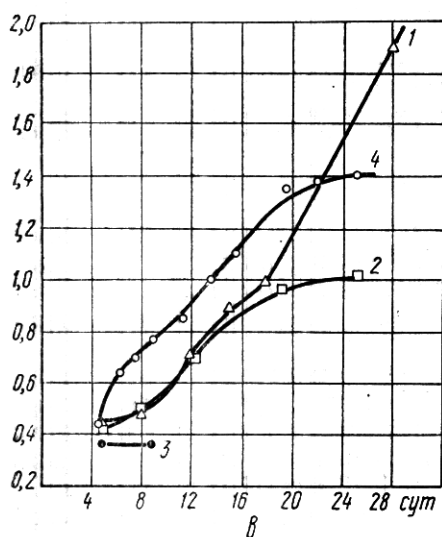
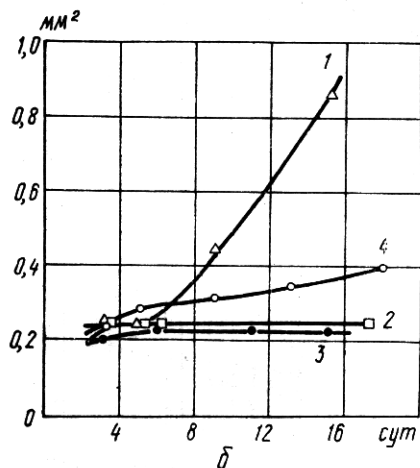
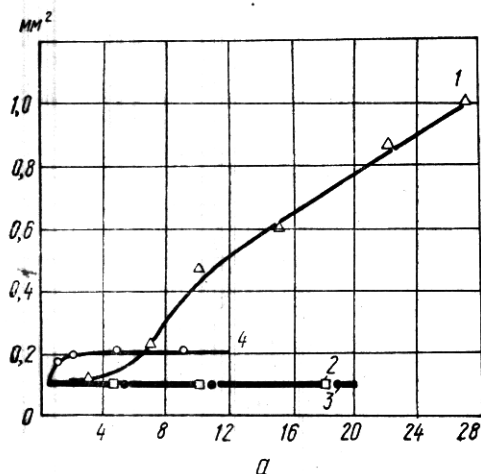


Рис. 2. Влияние активного хлора ($Cl=100$ мг/л) на метаморфоз и дальнейший темп роста циприсов баянусов (а), баянусов в возрасте 2 (б) и 5 сут (в) при различном времени воздействия:

1 — 1 ч; 2 — 2; 3 — 5 ч; 4 — контроль

губель циприсов, угнетение 1-суточных баянусов и стимулирует темп роста 2-, 4- и 5-суточных баянусов.

При всех сочетаниях C и T сравнение средних выборок опыта и контроля по t -критерию при уровне значимости $L=0,05$ показало, что они достоверно отличаются.

Стимулирующее воздействие активного хлора проявлялось в увеличении темпа роста домиков баянусов по сравнению с контролем. Механизм этого явления остается пока не выясненным до конца. Очевидно, роль активного хлора в этом процессе не однозначна. В данном случае, кроме прочего, имеет значение эффект стерилизации стенок и внутренней полости домика, что ведет к уничтожению микро- и альгофлоры, грибов и паразитофауны, до известной степени ослабляющей рачков.

Увеличение темпа роста является также следствием интенсификации определенных биохимических процессов. Так, установлено, что активный хлор влияет на биохимические показатели тканей гидробион-

После 5-часового воздействия во всех возрастных группах темп роста баянусов резко снижался или полностью прекращался, а через несколько суток животные погибали, после чего измерение домиков прекращалось. Критериями гибели баянусов являлись:

- отсутствие пульсации сердечной трубки;
- отсутствие реакции на раздражение препаровальной иглой;
- выпадение тела из домика.

Двухчасовой контакт с токсином вызывал гибель циприсов и 2-суточных баянусов и угнетение 5-суточных животных. Обработка хлором в течение 1 ч вызывала стимуляцию роста во всех возрастных группах.

Влияние активного хлора в концентрации 250 мг/л изучали на циприсах, 1-, 2-, 4- и 5-суточных баянусах при времени воздействия токсина 1 ч (рис. 4).

Обработка хлором в концентрации 250 мг/л в течение 1 ч вызывает гибель циприсов, угнетение 1-суточных баянусов и стимулирует темп роста 2-, 4- и 5-суточных баянусов.

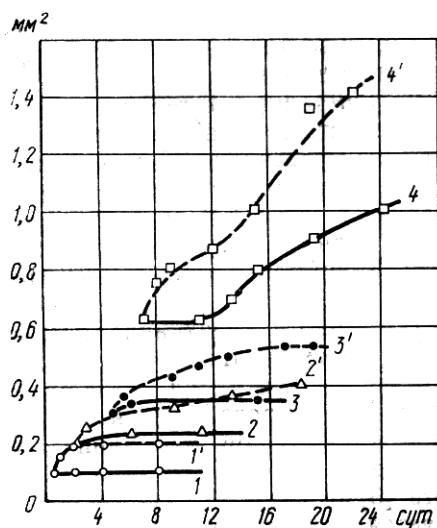


Рис. 3. Влияние активного хлора ($Cl=100$ мг/л; $T=5$ ч) на темп роста баянусов различных возрастных групп: 1, 1' — 0,1-суточные (циприсы); 2, 2' — 2-; 3, 3' — 5-; 4, 4' — 7-суточные. Здесь и на рис. 4: 1'—4' — контроль

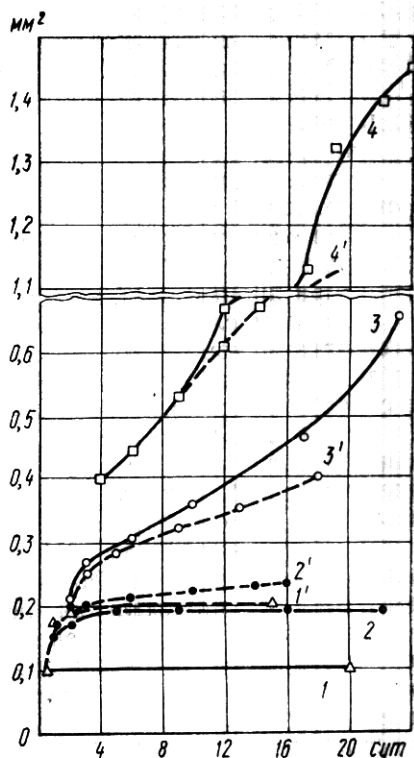


Рис. 4. Влияние активного хлора ($Cl=250$ мг/л; $T=1$ ч) на баянусов различных возрастных групп: 1, 1' — 0,1-суточные (циприсы); 2, 2' — 1-; 3, 3' — 2-; 4, 4' — 4-суточные

тов и в определенных сочетаниях факторов C и T стимулирует синтез белка.

Угнетающее воздействие проявляется в снижении темпа роста домика баянуса или полном его прекращении. Кроме того, при определенных значениях факторов C и T уменьшается прочность прикрепления домиков к субстрату, а его стенки становятся более хрупкими. Базис и таблички частично разрушаются в среде активного хлора в концентрации 100 и 250 мг/л при времени контакта 1 ч и более. Способность к восстановлению целостности табличек после частичного химического, а также в случаях незначительного механического разрушения утрачивается. Укрепление связи домиков с субстратом после прекращения действия хлора также не наблюдается. Изменение физико-механической устойчивости происходит, вероятно, как за счет нарушения микроструктуры табличек и подошвы, так и за счет изменения в соотношении органическое вещество : кальций. Разрушение пористой известковой структуры базиса и табличек способствует контакту агента с органическим веществом наружного скелета.

Угнетение жизненных функций проявляется также в нарушении темпа и ритмичности движения ножек, обеспечивающих питание и дыхание баянусов.

После воздействия токсина в сочетании факторов C и T , вызывающих угнетение животных, наблюдается отклонение от контроля, выражающееся в том, что лишь через 1—3 ч после перенесения в чистую морскую воду начинается незначительное приподнимание и приоткрывание крышечек домиков. В дальнейшем эти движения дополняются появлением из щели ножек, сведенных в один неразогнутый и нерасправленный пучок. Такие движения обеспечивают только аэрацию во-

ды, находящейся внутри домика, т. е. дыхание, а не питание [3]. В опыте у организмов пучок ножек выбрасывался наружу с частотой 0,7—0,8 раз в 1 с, тогда как частота движений в контроле составляла 3 раза в 1 с. Через несколько суток такие баянусы погибали, оставляя пустые домики.

Нарушения жизнедеятельности могли происходить:

— вследствие истощения организмов из-за длительной изоляции от окружающей среды;

— за счет прямого воздействия хлора на ткани и органы в случае, если концентрация биоцида ниже порога чувствительности баянусов;

— при проникновении хлора в закрытые домики.

В данном случае объяснить эффект угнетения длительностью изоляции организмов от внешней среды не представляется возможным, так как время контакта с токсином в опыте не превышало 15 ч, а баянусы способны переносить неблагоприятные условия (осушения, помехи) в течение нескольких суток. Циприсовидные личинки, например, способны выдерживать осушение и нагрев солнечными лучами до 20 и более часов [3]. К тому же гибель и угнетение организмов зафиксированы и при 1-часовой обработке хлором.

При контакте с хлором всех исследуемых концентраций крышечковые створки домиков баянусов сразу же смыкались и втягивались, следовательно, минимальная исследуемая концентрация токсина при минимальном времени воздействия была выше порога чувствительности баянусов по отношению к хлору. Известно, что при втягивании створок внутри домика повышается давление, крайне затрудняющее проникновение извне растворенных веществ [3].

Наиболее достоверной представляется версия, по которой воздействие активного хлора происходит за счет нарушения герметичности домика вследствие разрушения краев крышечковых створок и табличек, а затем — и хитинового покрова в местах их сочленения. Это предположение подтверждается наблюдениями, в ходе которых замечено, что в среде активного хлора контур основания домика из ровного, гладкого превращается в неровный, шероховатый, как бы разъединенный в агрессивной среде. Сам домик иногда приобретает трещинки. Проникая в домик, активный хлор воздействует на кутикулярный покров и цементные железы. Установлено, что в опыте после контакта с токсином линька организмов происходила более интенсивно, чем в контроле. Возможно, это объясняется необходимостью животных избавиться от пораженных тканей.

На основании проведенных опытов могут быть даны рекомендации по режиму хлорирования для устранения обрастания, возникшего в циркуляционных системах во время перерыва в работе системы защиты длительностью от 5 ч до 5 сут (таблица).

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что для подавления 0,3—3-суточных животных оптимальным является воздействие хлором при объемной концентрации его 100 мг/л в течение 2 ч, а для 3—5-суточных — в течение 5 ч. При уменьшении концентрации до 20 мг/л (т. е. в 5 раз) и увеличении времени воздействия с 2 до 15 ч (т. е. в 7,5 раза) у 0,3—1-суточных баянусов проявляется лишь эффект угнетения, а у 2—5-суточных — после кратковременного угнетения наблюдается тот же темп роста, что и у животных в контроле. Таким образом, режим работы системы уже в 1,5 раза менее экономичен предлагаемого, а эффект гибели обрастателей еще не достигнут. Известно, что для гибели осевших баянусов при концентрации активного хлора 15—20 мг/л необходимо его воздействие в течение 60 ч [6], т. е. уменьшение концентрации в 5—6 раз увеличивает время воздействия в 30 раз. Очевидно, значительное снижение концентрации реагента по сравнению с предлагаемой неизбежно повлечет за собой еще более значительное увеличение времени воздействия, что является нежелательным как экономически, так и экологически. Применение концентрации активного

Влияние активного хлора на ювенильные формы баянусов в зависимости от их возраста и длительности воздействия

Возраст баяну- сов, сут	Концентрация, мг/л								
	20			100			250		
	Время контакта, ч								
	2	5	15	1	2	5	1	2	5
0,3 (ципри- сы)	Ст *	Ст *	Уг	Уг→Ст	Гиб	Гиб	Гиб	Гиб	Гиб *
1	Ст *	Ст *	Уг	Уг→Ст *	Гиб *	Гиб *	Уг	Гиб	Гиб
2	Ст	Ст	Уг→К	Ст	Гиб	Гиб	Ст	Гиб *	Гиб *
3	Ст *	Ст *	Уг→К *	Ст *	Гиб *	Гиб *	Ст	Гиб	Гиб *
4	Ст	Ст	Уг→К	Ст *	Уг *	Гиб *	Ст	Уг	Гиб
5	Ст *	Ст *	Уг→К *	Ст	Уг	Гиб	Ст *	Уг *	Гиб

Примечание. Ст — стимулирование; Уг — угнетение; Гиб — гибель; Уг→К — временное угнетение, приближение к контролю; Уг→Ст — временное угнетение, переходящее в стимулирование.

* Предполагаемый результат.

хлора выше 100 мг/л, как показано в таблице, не ведет к сокращению времени воздействия, вызывающего гибель обростателей. Так, для подавления 1—3-дневных и 4—5-дневных обростателей при увеличении концентрации до 250 мг/л время воздействия должно остаться таким же, как и при концентрации 100 мг/л — 2 и 5 ч соответственно.

Предлагаемое время воздействия 2 ч для обростателей возрастом до 3 сут и 5 ч — для обростателей возрастом от 3 до 5 сут является, как показывает опыт, минимально необходимым для гибели баянусов. Таким образом, именно предлагаемый режим является оптимальным в достижении поставленной цели и с экономической, и с экологической точек зрения. В то же время предлагаемая концентрация (100 мг/л) находится в диапазоне реально получаемых концентраций в электролизерах и используется при защите подводной части поверхностей конструкций от морского обрастания [1].

Выводы. 1. Активный хлор может оказывать и стимулирующее, и угнетающее воздействие на ювенильные формы баянусов. Характер воздействия определяется концентрацией реагента, временем контакта и возрастом животного.

2. Морская вода с активным хлором в концентрациях 100—250 мг/л является агрессивной средой по отношению к материалу наружного скелета баянусов и при времени контакта 1 ч и более вызывает заметные изменения в состоянии поверхности домика, прочности его стенок и надежности прикрепления к субстрату. Механизм воздействия активного хлора на ювенильные формы баянусов состоит в нарушении герметичности домика вследствие разрушения краев крышечковых створок и табличек, а затем — и хитинового покрова в местах их сочленения.

3. Защиту от обрастания с помощью высоких концентраций хлора можно рекомендовать для устранения последствий аварийных ситуаций — отключение установки электролизного хлорирования от 5 ч до 5 сут.

Параметры защиты (концентрация и время обработки) выбирают с учетом возраста возникшего обрастания, который определяется длительностью отключения системы защиты.

1. А. с. 1110719 СССР, МКИ⁴ В 63 В59/00. Способ защиты конструкций от обрастания морскими организмами / А. Р. Якубенко, В. П. Валуев, И. Б. Щербакова и др. // Открытия. Изобретения. — 1985. — № 32. — С. 76.
2. Методики биологических исследований по водной токсикологии / Под ред. Н. С. Строганова. — М.: Наука, 1971. — 298 с.
3. Тарасов Н. И., Зевина Г. Б. Усоногие раки (Cirripedia Thoracica) морей СССР. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. — 268 с. — (Фауна СССР. — Т. 6, вып. 1).
4. Якубенко А. Р., Люблинский Е. Я., Белойванченко В. И., Валуев В. П. Физико-хи-

- мическая защита от обрастания в судостроении // Судостроение. — 1983. — № 1. — С. 33—35.
5. Якубенко А. Р., Шербакова И. Б., Шадрина Л. А. и др. К вопросу о механизме предотвращения обрастания при защите методом электролизного хлорирования // Экспериментальная водная токсикология. — 1986. — Вып. 12. — С. 21—24.
6. Karande A. A., Gaonkar S. N., Viswanathan R., Sriraman A. K. Bioassay of antifoulant chlorine // Indian J. Mar. Sci. — 1982. — 11, N 2. — P. 177—179.
7. Zibrowius H., Bellan G. Sur un nouveau cas de salissures biologiques favorisees par le chlore // Tethys. — 1969. — 1, N 2. — P. 375—381.

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

Получено 05.10.87

L. A. SHADRINA

EFFECT OF HIGH CONCENTRATIONS OF ACTIVE CHLORINE ON JUVENILE FORMS OF BALANUS

Summary

Results of experiments are presented concerning determination of concentrations of active chlorine and time of its action on various age groups of balanus, necessary for suppressing overgrowth when disengaging the protection system (emergency case). Active chlorine in concentrations of 20-250 mg/l is established to inhibit and stimulate juvenile forms of balanus. Reagent concentration, time of contact and age of the animal stipulate its action. Problems of active chlorine inhibition and stimulation of balanus are discussed.