

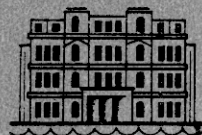
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ISSN 0203—4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ

1871



ИНБЮМ

34

1990

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И САМООЧИЩЕНИЯ МОРЯ

УДК 620.197.620.193.8

Л. А. ШАДРИНА

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ НАУПЛИУСОВ БАЛЯНУСОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АКТИВНОГО ХЛОРА

С целью дальнейшего совершенствования режимов защиты судовых объектов и гидротехнических сооружений от морского обрастания методом электролизного хлорирования определялся характер воздействия различных концентраций активного хлора на личинок баянусов. Установлено, что дозы активного хлора ≥ 10 мг·л⁻¹, получаемые в электролизерах на объектах защиты, оказывают влияние на науплиусов при длительности воздействия 5—130 с, что соответствует реальному времени контакта личинок с неразбавленным электролитом в распределительной системе от электролизера до выхода на защищаемый участок. Процент гибели и характер реакции личинок зависят от его дозы и времени контакта. Устойчивость науплиусов к воздействию активного хлора при постоянных значениях концентрации и длительности обработки варьирует во времени.

Наряду с традиционными способами защиты от морского обрастания в настоящее время начинается широкое внедрение метода, основанного на электролизном хлорировании. В морской воде, прошедшей через электролизер, содержатся хлорпроизводные соединения (HClO , ClO^- , ClO_2^- , ClO_2), обладающие сильными окислительными свойствами и объединяемые понятием «активный хлор». Его концентрация может составлять от единиц до сотен миллиграммов на литр и определяется расчетной производительностью и типом электролизера. Во время прохождения обработанной морской воды по трубам распределительной системы или по защищаемой трассе до смешивания с чистой водой личинки обрастателей подвергаются воздействию высококонцентрированного токсина. Время контакта личинок с ним на реальных объектах составляет от нескольких секунд до нескольких минут и зависит от длины трассы и скорости протока.

С целью дальнейшего совершенствования режимов защиты судовых объектов и гидротехнических сооружений от морского обрастания методом электролизного хлорирования определялся характер воздействия различных концентраций активного хлора на личинки баянусов. Предпринята попытка выявить зависимость между летальной концентрацией активного хлора и временем его воздействия, необходимым для гибели науплиусов.

Широкое внедрение нового способа защиты как минимум необходимо предварить токсикологическими исследованиями, тем более что в литературе отсутствует единое мнение о степени токсичности этого биоцида для морской флоры и фауны [1].

Опыты по влиянию активного хлора на личиночные формы производили в период массового размножения баянусов — в мае—сентябре 1984 и 1985 гг. Личинок отлавливали в прибрежной зоне Севастопольской бухты планктонной сетью Джеди (газ № 25). Концентрированный планктон разбавляли в кристаллизаторе морской водой. После 3-часового отстаивания планктон просматривали под биноклем и наиболее активных неповрежденных личинок баянусов последних стадий развития (V, VI науплиальные стадии) отбирали в опыт (по 20 экз. в садок) в 3-кратной повторности. При постановке эксперимента использовали общепринятые методики биологических исследований по водной токсикологии. В процессе наблюдения подопытный материал содержал-

ся в проточной морской воде, что позволило максимально приблизить условия опыта к естественным. Эксперименты проводились при температуре воды 20—24 °С. Активный хлор получали электролизом морской воды на нерастворимых электродах.

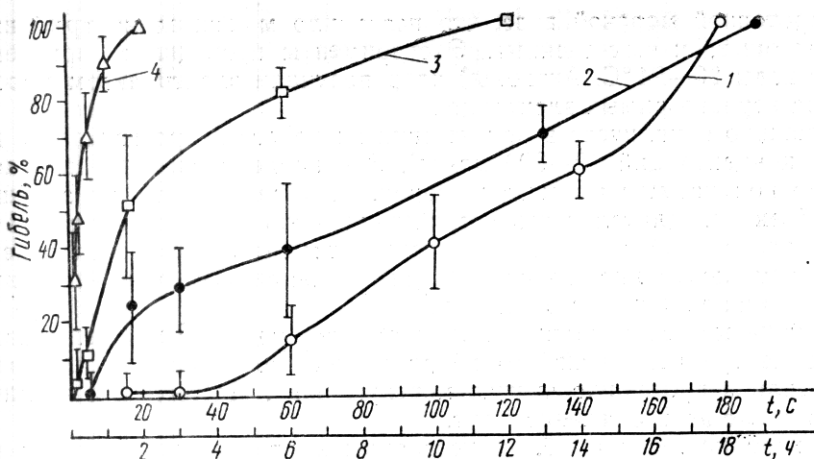
Реакцию науплиусов в присутствии активного хлора изучали в диапазоне концентраций 10—800 мг·л⁻¹. Эти концентрации соответствуют реально получаемым в электролизерах, устанавливаемых на защищаемых объектах. Длительность воздействия активного хлора на личинок составляла 5—130 с, что соответствует времени их контакта с неразбавленным электролитом в распределительной системе от электролизера до выхода на защищаемый участок.

Обтянутые газом садки с личинками помещали в емкости с заданной концентрацией активного хлора на определенное время, а затем переносили в проточную чистую морскую воду. Наблюдения за личинками в опыте вели в течение 1 сут.

В ходе наблюдений было установлено, что все исследуемые концентрации токсина оказывают воздействие на личинок баянусов. Степень воздействия активного хлора является функцией дозы и времени обработки. С увеличением концентрации реагента возрастает процент гибели личинок. Однако прямой зависимости между произведением Ct и процентом гибели не наблюдается. Характер поведения науплиусов в опытах с низкими и высокими концентрациями токсина значительно различался. В опыте при концентрации хлора 1,5 мг·л⁻¹ и на протяжении суток после перенесения садков в чистую проточную воду характер поведения личинок не изменялся. В опытах с дозами 10,0—20,0 мг·л⁻¹ реакции личинок во время обработки и в течение 2—3 ч после воздействия токсина также не отличались от поведения организмов в контроле, лишь более чем через 3 ч движение отдельных экземпляров становилось замедленным, личинки опускались на дно садка и через сутки оказывались погибшими. При дозах активного хлора 60 мг·л⁻¹ и выше реакция науплиусов во время обработки была иной. Личинки сразу прекращали движение и опускались на дно садка. В чистой морской воде отдельные экземпляры начинали двигаться через 5—20 с. Вялые движения чередовались с чрезмерным возбуждением. Количество движущихся особей увеличивалось и достигало максимума через 1—3 ч, затем постепенно снижалось.

Экспериментальный материал состоял из личинок, находящихся в устойчивых фазах развития и переходных — подготовительных этапах, предвещающих линьку между V и VI, и VI и циприсовидной стадией, а также на этапе линьки и сразу после нее. В момент перехода от одной стадии к другой, от одного устойчивого состояния к другому резистентность особенно снижается [2], что проявляется в различной чувствительности личинок в опыте к действию токсина.

Устойчивость к хлору варьирует и во времени. Экспериментальная часть работ проведена в сезоны массового развития обрастания в течение двух лет. В этот период физиологическое состояние организмов и факторы среды в природе и эксперименте не были стабильны. Известно, что в токсикологических экспериментах на выживаемость организмов результаты могут расходиться в 2 раза и более, даже если материал отлавливался в одном и том же районе моря, но с интервалом 1 сут, так как чувствительность к токсину и способность к регуляции для организмов одного вида и возрастного состава зависят не только от генетических, физиологических и морфологических особенностей вида, но и от физиологического состояния организма в данный момент, от факторов внешней среды во время отлова материала в море и эксперименте (O_2 , pH, t°) [3]. Таким образом, значительные колебания в устойчивости науплиусов к воздействию изучаемого биоцида объясняются прежде всего изменениями условий среды в ходе определений в мае—сентябре 1984 и 1985 гг. и невозможностью подбора в высокой степени однородного подопытного материала.



Резистентность науплиусов баянусов к воздействию активного хлора при различной длительности контакта

(1 — $C=1,5$ мг·л⁻¹, t , ч; 2 — $C=60$, t , с; 3 — $C=110$, t , с; — 4 — $C=220$ мг·л⁻¹, t , с)

После статистической обработки результатов с отсеком не принадлежащих к выборкам данных были построены кривые гибели личинок баянусов для четырех концентраций активного хлора: 1,5; 60; 110; 220 мг·л⁻¹ (см. рисунок). Их выбор обусловлен тем, что концентрация 1,5 мг·л⁻¹ применяется для защиты от обрастания внутренних поверхностей теплообменных аппаратов и трубопроводов. Концентрации 60; 110 и 220 мг·л⁻¹ лежат в диапазоне величин, получаемых в электролизерах и рекомендованных к применению для защиты подводной части корпусов плавсредств.

Получено, что концентрация, вызывающая гибель 50% (LC_{50}) науплиусов баянусов, обработанных раствором активного хлора в концентрации 1,5 мг·л⁻¹, достигается за 12 ч. При воздействии раствора с концентрацией 60; 110 и 220 мг·л⁻¹ — за 90; 20 и 3 с соответственно. Гибель личинок баянусов в растворе хлора 1,5 мг·л⁻¹ начинается при длительности контакта, превышающем 3 ч, что более чем на порядок превосходит время их прохождения по защищаемой трассе. В растворе с концентрацией 60 мг·л⁻¹ гибель начинается после 5 с контакта, при 110 и 220 мг·л⁻¹ — после 1 с (см. таблицу).

Устойчивость личинок к воздействию активного хлора, а следовательно, и эффективность защиты косвенно зависят и от хлоропоглощаемости морской воды. Ее величина определяется количеством растворенного органического вещества (РОВ), с которым продукты электролиза легко взаимодействуют. Концентрация активного хлора при этом может существенно снижаться. Величина и скорость ее падения находятся в зависимости от ряда факторов, среди которых — количественная характеристика РОВ, t °C, исходная концентрация реагента.

На объектах, оборудованных системой защиты от обрастания электролизным хлорированием морской воды, необходимо учитывать хлоропоглощаемость, поскольку при ее колебаниях изменяется и доза остаточного хлора, воздействующая на прикрепленные и планктонные формы обрастателей. По имеющимся данным, на электростанциях, где с целью защиты от обрастания применяют хлорирование, смертность зоопланктона после прохождения по трассе имеет разброс от 0 до 100%, что, по мнению автора [4], связано со специфическими обстоятельствами на каждой станции. К их числу относятся и факторы среды, а также начальная и остаточная дозы хлора. Опытами, проведенными на АЭС в Гравлине [5], установлено, что при защите циркуляционных систем концентрацию хлора можно снизить от 1 до 0,8 мг·л⁻¹. Однако авторы подчеркивают, что полученные результаты нельзя экстраполировать на другие АЭС в районе Ла-Манша.

Таким образом, резистентность науплиусов баянусов к воздействию активного хлора при стабильных значениях C и t не постоянна. Она является функцией ряда факторов, среди которых — физиологическое состояние личинок, хлоропоглощаемость морской воды и др.

При разработке новых и усовершенствовании ранее рекомендованных режимов работы системы защиты не следует ориентироваться на результаты опытов, в которых личинки проявили наивысшую резистентность к воздействию токсина, поскольку эффект

защиты должен достигаться не за счет гибели, а за счет подбора новых экономических сочетаний параметров C и t , обеспечивающих эффект «отпугивания» от защищаемой поверхности. Так, при минимальном времени контакта (5 с) с активным хлором с концентрацией 60 мг·л⁻¹ личинки теряют двигательную активность. В разработках по изучению воздействия различных концентраций активного хлора на личинок баянусов как элемент экосистемы также следует ориентироваться на результаты опытов, в которых зафиксирована наименьшая резистентность животных к воздействию биоцида.

Дозы активного хлора ≥ 10 мг·л⁻¹, получаемые в электролизерах на объектах защиты, оказывают влияние на науплиусов баянусов при реальном времени контакта с ними.

Минимальное время воздействия, при котором процент гибели личинок в опыте достоверно (по t -критерию) превышает этот показатель в контроле

Количество личинок, экз.	C , мг·л ⁻¹	Время
180	1,5	3,5 ч
240	3,0	0,5 ч
240	5,0	0,1 ч
300	10,0	60 с
180	20,0	30 с
220	60,0	5 с
180	110,0	1 с
300	220,0	1 с

1. Шадрина Л. А. Влияние активного хлора на науплиусов *Balanus improvisus*. — Севастополь, 1987. — 6 с. — Деп. в ВИНИТИ 15.05.87, № 3472-B87.
2. Строганов Н. Н. Методика определения токсичности водной среды // Методики биологических исследований по водной токсикологии. — М.: Наука, 1971. — С. 14—60.
3. Миронов О. Г. Методические указания по проведению токсикологических исследований с морскими организмами // Там же. — С. 276—283.
4. Coughlan J., Whitehouse J. Aspects of chlorine utilization in the United Kingdom / Chesapeake Sci. — 1977. — 18, N 1. — P. 102—111.
5. Travade F., Khalanski M. Controle de la salissure biologique des circuits de centrales thermiques cotieres par les moules (*Mytilus edulis*): Etude d'optimisation de la chloration a Gravelines // Haliotis. — 1986. — 15. — P. 265—275.

Ин-т биологии юж. морей

им. А. О. Ковалевского АН УССР, Севастополь

Получено 25.04.88

L. A. SHADRINA

RESISTANCE OF BALANUS NAUPLIA TO THE EFFECT OF ACTIVE CHLORINE IN HIGH CONCENTRATIONS

Summary

Different concentrations of active chlorine are studied by the method of electrolysis chlorination for their effect on balanus larvae in order to further improve protection of ship objects and hydrotechnical structures from marine growing. Active chlorine doses ≥ 10 mg/l⁻¹ obtained in electrolyzers on the objects to be protected affect balanus nauplia in case of the real time of contact with them.