

ПРОВ 2010

ОРДЕНА ЛЕНИНА АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТ
БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

№ 2492-В87

УДК 574.586:62-757,7

Л.А. Шадрина

Ю.А. Горбенко

Ю.Л. Ковальчук

ВЛИЯНИЕ АКТИВНОГО ХЛОРА НА СООБЩЕСТВО ПЕРИФИТОННЫХ
МИКРООРГАНИЗМОВ

Институт биологии
южных морей АН УССР
БИБЛИОТЕКА
№ _____

Севастополь - 1987

Проблема предотвращения морского обрастания во всем многообразии ее проявлений, обусловленных спецификой защищаемых объектов, до настоящего времени остается не решенной полностью.

Внедрение способа электролизного хлорирования морской воды с целью предотвращения морского макрообрастания циркуляционных систем плавсредств и гидротехнических сооружений - относительно новый этап в решении вопросов защиты аппаратов и конструкций [10-12]. Эффект защиты достигается при обработке поверхности полученным при электролизе морской воды раствором активного хлора, который содержит гипохлорит-ион $/\text{ClO}^-/$, хлорит-ион $/\text{ClO}_2^-/$, хлорноватистую кислоту $/\text{HClO}/$ и другие компоненты.

В связи с широкими перспективами внедрения способа для защиты циркуляционных систем возникает необходимость дать оценку активному хлору как новому антропогенному фактору и определить возможность и целесообразность расширения области его применения в качестве противообрастающего и обеззараживающего средства. Так, нуждается в эффективном и экономически выгодном решении проблема защиты теплообменных аппаратов от микрообрастания, значительно снижающего основной показатель - коэффициент теплопередачи. Для санитарной обработки технологического оборудования на рыбодобывающих судах необходимо простое и надежное средство, хорошо растворяющееся в холодной морской воде и не теряющее своей активности при действии различных гидрометеорологических факторов при длительном хранении [3]. Не менее остро стоит вопрос защиты от морского обрастания водоводов и турбин тепловых, атомных и приливных электростанций [9]..

С целью сведения до минимума разнообразия искусственных биоцидов, поступающих в окружающую среду, унификации оборудования и технологии защиты и обеззараживания было бы рационально

использовать в перечисленных случаях активный хлор, полученный электролизным хлорированием морской воды. Однако, оптимальные параметры /концентрация, расход электролита/ работы системы защиты и режимы подачи /постоянный или периодический/ для перечисленных объектов пока не установлены. Отсутствие количественных характеристик в значительной мере затрудняет прогноз экологических последствий и снижает его достоверность. Кроме того, пока остаются не изученными реакции природных сообществ морских гидробионтов на воздействие активным хлором.

Вопросы влияния хлора на популяционном и организменном уровне в литературе освещены весьма ограниченно [I,7,II].

В настоящей работе излагаются результаты исследований влияния электролизного хлорирования морской воды на сообщество перифитонных микроорганизмов.

Материал и методика.

Объектом исследований служили гидробионты сообщества перифитонных организмов, выделенные с поверхности стеклянных пластин, экспонированных в море в сезон интенсивного обрастания 1985 года в течение 20 суток. После извлечения из моря на них воздействовали активным хлором.

Активный хлор получали методом бездиафрагменного электролиза морской воды на нерастворимых электродах. Процесс осуществлялся в непрерывном режиме при постоянном протоке морской воды.

Принципиальная схема установки приведена на рис. I. Морская вода непрерывно поступала в трехгорлый сосуд емкостью 1 л, где подвергалась электролизу и вытекала через сифон в нижней его части. Электроды были установлены внутри емкости с морской водой. Хлорированная морская вода поступала в кристаллизатор, куда помещался экспериментальный материал.

sky

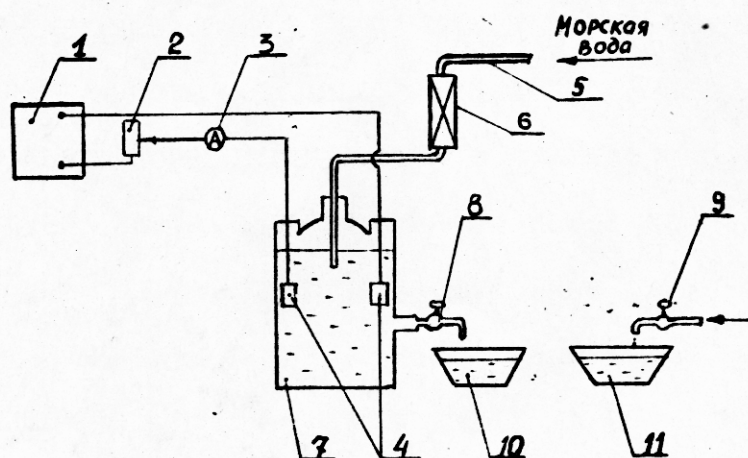


Рис. I. Принципиальная схема установки получения активного хлора.

I - источник тока; 2 - реостат; 3 - амперметр; 4 - электроды; 5 - труба подачи морской воды; 6 - ротаметр типа РМ; 7 - четырехгорлый сосуд; 8 - кран, регулирующий поток морской воды, содержащей активный хлор; 9 - кран, регулирующий поток чистой морской воды; 10 - кристаллизатор с экспериментальными пластинами; 11 - кристаллизатор с контрольными пластинами.

Постоянная концентрация активного хлора в опыте обеспечивалась стабильными значениями токовой нагрузки и расхода морской воды. Показания контролировались амперметром и ротаметром соответственно.

Концентрация активного хлора в кристаллизаторе с экспериментальным материалом определялась иодометрическим методом [8]. Одновременно контролировали содержание растворенного кислорода pH и температуру по общепринятым методикам [5].

Перед проведением опыта пластины извлекали из моря, визуально под биноклем при увеличении $30\times$ оценивали состояние и описывали сообщество перифитонных микро- и макроорганизмов, затем часть пластин помещали в емкость с хлорированной морской водой, а пластины с контрольным материалом - в емкость с чистой проточной морской водой. В экспериментальной емкости пластины выдерживали в течение 5-60 мин. с концентрацией активного хлора 1,3,12 и 95 мг.л^{-1} . Все определения проводили в 6-ти кратной повторности.

Численность гетеротрофных перифитонных бактерий учитывали методом ватных тампонов Горбенко [2].

Видовой состав и физиолого-биохимические особенности определяли по методике, описанной в работе [6].

Результаты исследований.

Осмотр обросших пластин под биноклем до воздействия на них активного хлора показал следующее. Слизистая пленка была представлена в виде отдельных слизистых комочков, прикрепленных клеток и тяжей диатомовых, покрытых слизью и комочками взвеси, в поле зрения бинокля просматривались 1-2 шт. нематоды, 3 шт. полихеты, амёбы, мелкие жгутиковые и ресничные формы простейших. Диатомовые были представлены родами: *Coscinoides*, *Nitzschia*, *Detonula*. Также встречались макрофиты - красные

водоросли - *Scenedesmus* и проростки зеленых и бурых водорослей.

После воздействия на пластины активного хлора концентрацией 3 мг/л продолжительностью 1 час погибли нематоды, полихеты и частично простейшие. При увеличении $30^{\times}$ просматривались мелкие простейшие организмы родов *Vodo* и *Rhynchomonas* и диатомовые, а также бактериальные клетки. На стекле образовалось много белых непрозрачных пятен непонятного происхождения круглой и грушевидной формы.

При концентрации активного хлора 12 мг/л и времени воздействия 1 час количество таких белых образований увеличилось. Произошли еще более глубокие изменения в состоянии сообщества микроработания. На стекле в большом количестве наблюдались мертвые простейшие и диатомовые. При этом pH среды и содержание растворенного кислорода статистически достоверно не изменялись.

Численность гетеротрофных бактерий, выделенных из морской воды и со смыва стеклянных пластин без воздействия и при обработке активным хлором, представлена на рис. 2. Оценивался процент живых бактерий по отношению к первоначальному их числу. Оно составляло: в морской воде 10^3 кл.мл⁻¹, а на пластине - $4,6 \cdot 10^4$ кл.см⁻².

При обработке активным хлором концентрацией 1 мг/л в течение 10 мин., численность бактерий в морской воде снизилась до $8 \cdot 10^{-1}$ кл/мл, а при концентрации хлора 1-3 мг/л гибель их клеток составила 100 %.

Более устойчивой к воздействию активного хлора оказалась прикрепленная микрофлора со стеклянных пластин. Так, при обработке активным хлором в течение 1 часа при концентрации хлора 3 мг/л гибель микроорганизмов составляла 80 %, 13 мг/л - 90% и только при концентрации 96 мг/л процент гибели бактерий составил - 100 %.

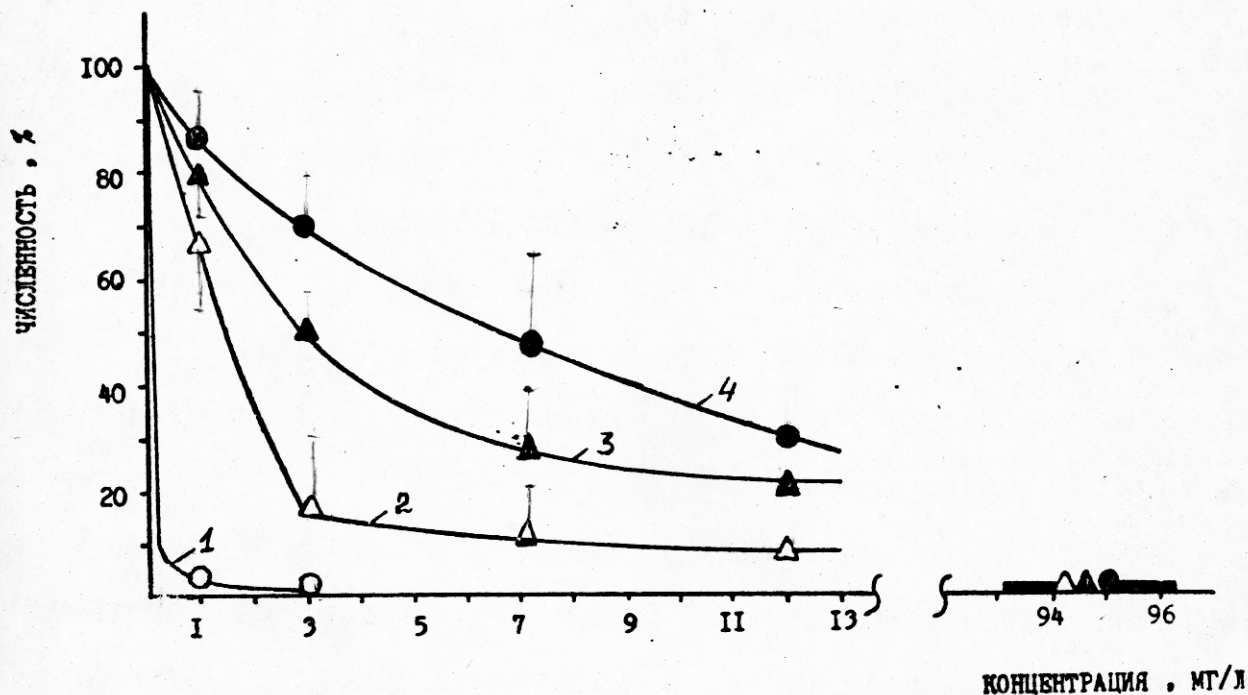


Рис. 2. ^{Изм. числ.} (Процент гибели) гетеротрофных бактерий ^(в % от контроля) в зависимости от концентрации активного хлора /АХ/.

- 1 - морская вода, время воздействия АХ 10 мин.,
- 2 - смыв со стеклянной пластины, время обработки АХ 1 час,
- 3 - смыв со стеклянной пластины, время обработки АХ 30 мин.,
- 4 - смыв со стеклянной пластины, время обработки АХ 10 мин.

Аналогичный ход кривой имел место при обработке стеклянных пластин в течение 30 и 10 мин. При концентрации активного хлора 3 мг/л гибель бактерий составляла 50 и 30 % соответственно указанной времени обработки, а при 96 мг/л - 100 %.

Представляло интерес проверить, какие виды гетеротрофных бактерий являются наиболее устойчивыми в экстремальных условиях воздействия активного хлора.

С поверхности стеклянных пластин и из морской воды после обработки их активным хлором было выделено 23 культуры бактерий, которые относились к родам *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Vibrio* /Табл. I/.

Таблица I.

Перечень видов гетеротрофных бактерий, выделенных из морской воды и со стеклянных пластин после воздействия активным хлором.

Морская вода		Стеклянная пластина	
<i>Bacillus pectocutis</i>		<i>Bacillus brevis</i>	
? <i>Bac. armoraciae</i>		<i>Bac. subtilis</i> ,	шт.Б
<i>Bac. chlorinus</i> ,	штамм Б	<i>Bac. fusiformis</i>	
<i>Bac. subtilis</i> ,	шт. А	<i>Bac. chlorinus</i> ,	шт.А
<i>Micrococcus subflavus</i> ,	шт.А	<i>Vibrio alginus</i>	
<i>M. pituitoparus</i>		<i>M. subflavus</i> ,	шт.Б
<i>M. eburneus</i>		<i>M. quaternus</i>	
<i>M. madidus</i>			
<i>M. radiatus</i>			
<i>M. flavus</i> ,	шт.А		
<i>Pseudomonas membraniformis</i>			

Выявление физиолого-биохимических особенностей гетеротрофных бактерий, выделенных из морской воды и со смыва поверхности

стеклянной пластины после воздействия активным хлором, показало, что все они проявляли высокую протеолитическую активность, хорошо росли на органических средах, почти у всех штаммов проявлялась амилалитическая активность, около 80 % выделенных культур оказались потенциальными азотфиксаторами и усваивали сахара.

Обсуждение результатов.

Опыты показали, что при одинаковом времени воздействия для устранения уже возникшего микрообрастания нужна более высокая концентрация токсина, чем для предотвращения его возникновения. Чтобы предотвратить возможность возникновения пленки микроорганизмов, достаточно непрерывно обрабатывать морскую воду активным хлором концентрацией 1 мг/л. Для устранения же образовавшейся слизистой пленки требуется концентрация на порядок и более. Абсолютное значение концентрации хлора будет определяться, прежде всего, толщиной пленки. Являясь токсином контактного действия, активный хлор взаимодействует в первую очередь с клетками и тканями организмов, составляющими верхний слой пленки микрообрастания. Слой слизи и погибших организмов препятствует быстрому проникновению токсина вглубь, чем объясняется наличие жизнеспособных форм в посевах и повышенная устойчивость сообщества перифитонных организмов к воздействию хлора.

Таким образом, морская вода, обработанная активным хлором концентрацией 1 мг/л в течение 10 минут не будет способствовать развитию пленки микрообрастания, так как является практически стерильной.

Известно, что активный хлор концентрацией 1-1,5 мг/л применяется для защиты макрообрастания, но механизм защитного действия различен. Если при защите от макрообрастания происходит

отпугивание личинок от защищаемой поверхности [II], то защита от микрообрастания обеспечивается за счет стерилизации морской воды. В первом случае личинки не прикрепляются к поверхности, воспринимая субстрат /среду/ как неблагоприятный для оседания. Эффект защиты от микрообрастания достигается за счет гибели организмов сообщества микроперифитона.

На стерилизацию воды, обычно, расходуется незначительная часть хлора. Основная его часть идет на реакции с различными органическими и минеральными примесями. Количество хлора, поглощаемого примесями, характеризует хлоропоглощаемость воды. В наших опытах этот показатель составил 50-60 % от исходной величины /мг/л/ при времени контакта 10 мин. и температуре морской воды 17°C

Концентрация активного хлора 1 мг/л не будет оказывать существенного влияния на природное сообщество перифитонных микроорганизмов, так как при прохождении по циркуляционной трассе его концентрация упадет до аналитического нуля за счет хлоропоглощаемости морской воды. Кроме того, использованная морская вода на выходе из системы не будет существенно отличаться от исходной по pH и содержанию растворенного кислорода.

Выводы:

1. Обработка морской воды, проходящей через циркуляционные системы активным хлором концентрацией 1 мг/л предотвращает образование пленки микроорганизмов.
2. Механизм действия способа защиты состоит в уничтожении планктонной микрофлоры, способной образовать пленку микрообрастания.
3. Морская вода, обработанная активным хлором концентрацией 1 мг/л не окажет существенного влияния на природное сообщество перифитонных микроорганизмов.

1. Боголюбова М.М. и др. Способ периодического хлорирования воды в трубопроводах технического водоснабжения с целью защиты от обрастания дрейссены. // 50-летие Новороссийской биостанции. Материалы научной конференции. Новороссийск, 1971, с. 44-45.
2. Горбенко Ю.А. О наиболее благоприятном количестве "сухого питательного агара" в средах для культивирования морских гетеротрофных микроорганизмов. // Микробиология. - 1961. Т. 30. Вып. I, с. 168-172.
3. Григорьев Ю.И., Шульгин Ю.П., Степаненко С.Н. Изучение эффективности применения хлора, полученного методом электролиза морской воды. // Гигиена и санитария. - 1984. № 3, с. 84-86.
4. Кульский Л.А. // Теоретические основы и технология кондиционирования воды. Киев: Наук.думка. - 1980. с
5. Методы гидрохимических исследований океана. - М.: Наука. - 1978. - 271с.
6. Практикум по микробиологии // Под ред. Егорова. - 1976. МГУ, С. 307
7. Саркисова С.А., Скрипник И.А., Канова Л.А. Влияние хлора на фотосинтез и состояние пигментной системы фитопланктона. // Экология моря. Киев. - 1984. № 18, с. 70-73.
8. Унифицированные методы анализа вод. // Под ред. Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия. - 1973. - 376 с.
9. Шиманский Б.А. Перспективные методы борьбы с загрязнением технического водоснабжения ТЭС и АЭС водными организмами и минеральными веществами /с учетом требований окружающей среды// 4 съезд Всесоюзного гидробиологического общества. - Киев. - 1981. I-4. XII. Тез. докладов. ч. 3. - Киев. - 1981, с. 63-64.
10. Якубенко А.Р., Люблинский Е.Я., Белойваненко В.И., Валуев В.П. Физико-химическая защита от обрастания в судостроении // Судостроение. - 1983, № I, с. 33-35.

- II. Якубенко А.Р., Щербакова И.Б., Шадрина Л.А. и др. К вопросу о механизме предотвращения обрастания *Balanus improvisus* при защите методом электролизного хлорирования//Экспериментальная водная токсикология.-Вып.12, Рига, 1986, с.21-24.
- I2. 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.

Печатается в соответствии с разрешением Ученого совета
Института биологии южных морей им А.О.Ковалевского АН УССР
от 16 января 1987 г.

В печать от 02.04.87

Тир. 1

Цена 1 руб. 30 коп.

Зак. 32792

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ
Люберцы, Октябрьский пр., 403

Институт биологии
южных морей АН УССР
БИБЛИОТЕКА

№ _____