

УДК 577.4.656.6

ПИТАННЯ БІОБРОСТАННЯ ПЛАЗАСОБІВ У ПРОБЛЕМІ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА

Сіденко В.П., Кузнєцов О.В., Приказюк А.М.
Український НДІ медицини транспорту, м. Одеса

Затрати енергії під час руху судна залежать, в окремість, від властивостей поверхні його підводної частини, які обумовлюють, так званій, опір тертя. Зростанню опору тертя в найбільшому ступені сприяє біобростання.

Багаточисленними працями і спостереженнями було встановлено, що обростання може більше, чим вдвічі, збільшити опір тертя. Проте, названий фактор зниження швидкості судна може зростати не тільки в присутності макрообростання, але й в присутності первинної плівки обростання, яка має слизувату структуру і складається з бактерій, діатомових водоростей і найпростіших. Така слизувата плівка швидко утворюється на будь-якої зануреної в воду поверхні. Внаслідок її утворення судна можуть збільшувати опір тертя на 0,5 % за добу [1]. Бактерії, які розвиваються на обростаємій поверхні, здібні до того ж осаджувати з води іони кальцію і магнію [2, 3]. Внаслідок утворюються вапняні плівки, які складаються з CaCO_3 , Mg(OH)_2 , що ще в більшій мірі збільшує шершавість підводної частини корпусу судна і підсилює опір тертя.

Крім того, бактерії, діатомові водорості і найпростіші, зазвичай сприяють розвитку мікроорганізмів, які прикріплюються і тим самим чинять найбільший збиток під час обростання суден.

Бактерії є першими поселенцями на підводній частині судна, навіть, якщо вона пофарбована не обростаючими фарбами. По відношенню до різних біоцидів, що складають рецептуру будь-якого необростаючого покриття, бактерії, а також діатомові водорості мають дуже високу стійкість.

Обростання суден підсилюється,

зазвичай, завдяки засміченості води у місцях їхньої стоянки. Побутові стоки, які містять розчинені органічні та інші живильні речовини, створюють сприятливі умови для росту оброщувачів і, в окремість, для мікроорганізмів первинної плівки обростання.

Під час судноплавства також відбувається стихійний перенос гідробіонтів з одних водоймищ в інші. Його екологічні та санітарно-гігієнічні наслідки не досліджені, дарма що являють реальну загрозу, приводячи часто до значного збитку. Одним з засобів неконтролюємого переносу гідробіонтів є судна, підводна поверхня яких під час стоянки у акваторіях портів завантаження обростає комплексом водних організмів. Під час транспортування у порти призначення потрапляють оброщувачі, тим самим утворюють загрозу заносу і розмноження в місцевих водоймищах чужорідних для них організмів, у тому числі патогенних.

Результати дослідження

В наданій роботі вивчено вплив процесу санірування на первинний біоценоз обростання у воді з метою його запобігання. В стендових умовах встановлені для досліду скла обростання досліджували з різною періодичністю на протязі 30 діб до і після озонування. Результати досліджень наведені нижче. Так, показана кінетика чисельності мікроорганізмів обростання у експерименті (табл. 1). Максимальної величини бактеріальне обростання досягло на дев'яту добу експерименту і складало $4 \cdot 10^4$ клітин на 1 см^2 поверхні. Потім відбувався поступовий спад чисельності бактерій, яка на 16-ту добу експозиції зменшилася на один порядок. В подальшому кількість бактеріальних клітин змінювалася незначно, залишаючись у межах величин одного по-

Таблиця 1

Результати гідробіологічних досліджень впливу озono-кисневої суміші на водні організми

Варіанти дослідів (час, доба)	Кількість гідробіонтів	Склад гідробіонтів
	Перед озонуванням	Після озонування
1	0	Неприкріплені гідробіонти, інфузорії відсутні Прикріплені гідробіонти (гідроїдні поліпи, сувійки) нежиттєспроможні
5	Поодинокі особи	
9	57	
12	70	
16	90	
23	123	
30	146	

рядку.

Стрибокподібний характер кривої чисельності бактеріального обростання можливо, певно, розглядати у відповідності з точкою зору генетиків-популяціоністів, які розцінюють подібні явища, що спостерігаються у процесі розвитку популяцій різних представників живого світу, як поява хвиль життя, тобто зміну збільшення чисельності популяції її спадом з послідуочим формуванням стійкого біоценозу [4, 5].

Дані зміни чисельності бактеріального обростання після обробки озonoкисневою сумішшю свідчать про те, що озонування сприяє зниженню кількості мікроорганізмів на стеклах обростання. При цьому найбільший, майже 100%-ний, ефект досягається озонуванням стекел, на одному сантиметрі поверхні котрих кількість бактерій складає порядку тисяч клітин на 1 см². Озонування обростаємої поверхні на 1 см² котрої налічуються десятки тисяч бактерій, забезпечує зниження їх чисельності у 2,5-3 рази.

Для виявлення ступеня ефективності дії озону на прикріплені і неприкріплені, тобто вільно живучі у воді бактерії, було проведене порівняльне дослідження, результати якого надані у табл. 2.

Проведений дослід показав, що вільно живущі мікроорганізми більш чутливі до дії озону, чим прикріплені до твердої поверхні. Це пов'язано, можливо, з тим, що бактерії, які розвиваються на будь-якій твердій поверхні, начебто захищені шаром слизуватої речовини, за допомогою якої вони до неї кріпляться. Крім того, відомо, що прикріплені бактеріальні клітини знаходяться в більш сприятливих для розмноження умовах. Найбільш активна життєдіяльність бактерій на оброщуваній поверхні діється у мікроронах, де, на відміну від навколишнього водного середовища, підтримуються відносно стабільні фізично-хімічні умови мешкання: окислювально-відновлюваний потенціал, концентрація деяких хімічних речовин і, особливо, водневих іонів, визначене співвідношення інших іонів, в котрих мають потребу бактерії і т.д. [6].

Таблиця 2

Результати дослідження впливу кисневого барботування на спільність оброщувачів

Зміна чисельності бактерій, кл/см ²		Зміна складу гідробіонтів	
Перед барботуванням	Після барботування	Перед барботуванням	Після барботування
33	19	Неприкріплені: - інфузорії Прикріплені гідробіонти: - гідроїдні поліпи; - сувійки	Неприкріплені: - відсутні Прикріплені гідробіонти: - життєздійні

Вільно живучі у воді бактерії опиняються в менш сприятливих для своєї життєдіяльності умовах, внаслідок чого більш уразливі до дії різних несприятливих факторів і, в особливості, до дії озono-кисневої суміші.

Під час проведення озонування здійснювали систематичний контроль реакції середовища, оскільки більш чи менш значна зміна рН діє, як відомо, на життєдіяльність бактеріальних клітин. Визначення величин рН води перед і після озонування виявило їх незмінність.

Крім бактерій скла обростання досліджували на присутність гідробіонтів тваринного і рослинного походження.

Дані, надані в таблиці 1, показують, що через добу після початку дослідження інших гідробіонтів, крім бактерій, на дослідних стеклах не виявлено.

На п'яту добу були зафіксовані поодинокі особі сувійок і інфузорій. Пізніше з'явилися гідроїдні поліпи. У міру того, як збільшувалася експозиція, кількість перелічених гідробіонтів рівномірно збільшувалася.

Слід визначити, що сувійки і гідроїдні поліпи належать до організмів, які проводять своє життя в прикріпленому стані. На відміну від них інфузорія тугелька знаходиться у безперервному і доволі швидкому русі.

Гідрологічні дослідження стекел обростання після їх озонування виявили відсутність інфузорій і нежиттєздібність сувійок і гідроїдних поліпів, яка оцінювалася по втраті руху відповідно вічок і щупалець. Тобто ефективність дії озono-кисневої суміші на вказаних гідробіонтів була 100-відсотковою.

Під час виконання роботи був, проте, врахований той факт, що під час процесу озонування має місце барботування води, котре, як можливо було припустити, чинить механічну дію на гідробіонтів, а також сприяє їх вимиванню з поверхні стекел обростання.

Для перевірки цього припущення дослідні стекла були піддані барботуван-

ню киснем у режимі, ідентичному тому, якого дотримувалися під час озонування. Під час проведеного експерименту встановили, що чисельність бактерій зменшилася вдвічі, неприкріплені інфузорії біли відсутні, а сувійки і гідроїдні поліпи повністю зберегли свою життєздатність (таблиця 2).

Таким чином, результати, отримані під час виконання роботи, дозволяють констатувати, що при дії озono-кисневої суміші на спільність організмів первинного обростання діється зміна його чисельності завдяки біоцидному впливу озону на бактерії і прикріплені гідробіонти, а також внаслідок вимивання частини бактерій і неприкріплених інфузорій під час процесу озонування, який супроводжується барботуванням.

Встановлено також, що озонування оброщуваної поверхні, яка характеризується чисельністю бактерій порядку тисячі клітин на 1 см², набагато більш ефективно, ніж тоді, коли кількість бактерій зростає хоча б на порядок. При цьому вплив озono-кисневої суміші на бактерії, які вільно живуть у воді і прикріплені до твердого субстрату, чисельність яких однакова і досягає десятків тисяч клітин, більш дієва для перших з них.

Отримані дані підтверджують існуючу думку про те, що первинне обростання видаляється легше, ніж старе, а також засвідчує те, що більш доцільно не вступати у боротьбу з вже існуючим обростанням, а попередити його виникнення, обеззаражуючи морську воду.

Біологічне обростання самим фактом свого існування утворює конфлікт між нормальною природою, призначеною життєдіяльністю водних мікро- і макроорганізмів і ефективним використанням різних технічних засобів, у тому числі плавзасобів, створених для експлуатації у водному середовищі. До вирішення цього конфлікту, можливо, розумніше всього йти шляхом попередження виникнення обростання. До числа можливих

засобів попередження обростання може бути віднесений озон.

Висновок нами робиться на підставі результатів сучасного дослідження, які узгоджуються з існуючими в літературі даними про дієвість озону з метою попередження розвитку різних гідробіонтів в природних водах [7, 8], а також з урахуванням спроб [9] використання повітряно-озонової суміші для утворення пінного шару, який чинить опір прикріпленню морських організмів до захищеної поверхні.

Висновки

У результаті проведених дослідів показано, що озонування чинить вплив на чисельність і видовий склад гідробіонтів, а також інтенсивність бактеріального обростання. Отримані дані свідчать про те, що обробка озоном може використовуватися як засіб боротьби з біообростанням.

Щодо технічного здійснення застосування озону для попередження обростання корпусів суден під час їх стоянки у порту, то воно може бути вирішене, наприклад, за допомогою перфорованих труб, які будуть розміщені уздовж корпусу [10]. Проте більш ефективним удається створення навкруги підводної частини корпусу захисної оболонки з прозорої еластичної плівки [11]. В цьому випадку періодично озонується річкова вода, яка на відміну від того, як пропонують американські автори, знаходиться у просторі між корпусом і плівкою.

Припускається, що режим озонування може знаходитися в межах наступних значень його параметрів: тиск озонкисневої суміші – 0,2-0,3 МПа; час озонування – 2-4 хв. Більш точні значення і періодичність озонування можуть бути встановлені під час проведення натурних досліджень [12].

Отримані в лабораторних умовах дані можуть бути основою для проведення подальших досліджень по розробці засобів боротьби з біообростанням з використанням озонної технології.

Література

1. Защита от обрастания/ Под ред. О.А.Скарлато. – М.: Наука, 1989. – 271 с.
2. Улановский И.Б. Процессы образования и разрушения пленок при катодной защите стальной поверхности в морской воде// Журнал прикладной химии, 1956. – Т. 29. – Вып. 7. – С. 1056-1059.
3. Кемхадзе З.В., Тавадзе Ф.Н. Измерение электродных потенциалов сплава Х14АГ15 при наличии гетеротрофных бактерий (*Vac. tumescens*)// Вопросы металловедения и коррозии металлов. – Тбилиси: Мецниереба, 1972. – Т. 3. – С. 308-311.
4. Уатт К. Экология и управление природными ресурсами. – М.: Мир, 1971. – 159 с.
5. Гиммельфарб А.А., Гинзбург Л.Р., Полуэктов Р.А., Пых Ю.А. Динамическая теория биологических популяций. – М.: Наука, 1974. – 455 с.
6. Шлегель Г. Общая микробиология. – М.: Мир, 1974. – 455 с.
7. Кожин В.Ф., Кожин И.В. Озонирование воды. – М.: Стройиздат, 1974. – 159 с.
8. Кожин В.Ф. Озонирование питьевой воды. – М.: Стройиздат, 1961. – 86 с.
9. Сиденко В.П., Войтенко А.М. К вопросу защиты экосистемы прибрежных вод Черного моря/ Сб. научных статей. – Одесса: ОЦНТИ, 1998. – С. 37 – 40.
10. А.С. 334-4373/27-11 СССР. Устройство для защиты подводной части корпуса судна от обрастания/ Х.Т.Зайнуддинов. – Опубл. 14.05.83.
11. пат. 47-48954 Япония. Устройство для формирования пенного слоя вдоль подводной части плавающих объектов/ Танигути Накаба, Фукуда Акимицу. – Опубл. 08.12.72.
12. Pat. № 157231 USA. Boat Hull antifouling shroud/ Jackson R. – Publ.28.07.81.

Резюме

**ВОПРОС БИООБРАСТАНИЯ
ПЛАВСРЕДСТВ В ПРОБЛЕМЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СУДОХОДСТВА**

*Сиденко В.П., Кузнецов О.В.,
Приказюк А.М.*

Исследовано влияние процесса озонирования на первичный биоценоз, обрастание в воде и применение озона с целью борьбы с обрастанием днищ судов. В результате проведенных опытов показано, что озонирование оказывает влияние на численность и видовой состав гидробионтов, а также интенсивность бактериального обрастания. Полученные данные свидетельствуют о том, что обработка озоном может использоваться как средство борьбы с биообрастанием.

Summary

**BIOLOGICAL FOULING OF FLOATING
MEANS AND ECOLOGICAL SAFETY OF
NAVIGATION.**

*Sidenko V.P., Kuznetsov O.V.,
Prikazuck A.M.*

They have investigated ozonization influence on primary biocenosis in water and use of ozone with the aim to prevent fouling of ships' bottoms. It has been shown that ozonization influences on a quantity and specific composition of hydrobionts and intensity of bacterial fouling. The data obtained testify that the treatment with ozone can be used for biological fouling arrest.

*Впервые поступила в редакцию 27.02.2007 г.
Рекомендована к печати на заседании ученого
совета НИИ медицины транспорта
(протокол № 1 от 20.01.2009 г.).*

УДК 614.777:628.1/3

**ВАЖЛИВІСТЬ ВИЩИХ ВОДЯНИХ РОСЛИН У ПРОЦЕСАХ
ТРЕТИННОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД У БІОСТАВАХ**

**Попенко В.М. *, Кравець В.В. *, Гаркавий С.І. *, Філатова І.М. *,
Бойко І.І. **, Росада М.О. ***, Пуговиця О.О. ***, Яковлева Н.В. ***.**

**Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ;*

***Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології імені
Р.Є.Кавецького НАН України, м. Київ;*

****Санітарно-епідеміологічна станція Дарницького р-ну м. Києва.*

Актуальність теми

Якість води поверхневих водойм у більшості випадків не завжди відповідає вимогам нормативних документів щодо їх використання в господарсько-питному водопостачанні. Це трапилось в результаті безгосподарного відношення до водних ресурсів та наступного їх забруднення переважно не очищеними стічними водами. В зв'язку з цим розробка та впровадження нових та досконалих технологій доочищення стічних вод має значну роль для охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами.

Мета: науково обґрунтувати умови використання біологічних ставів, засад-

жених вищими водяними рослинами, для третинного очищення стічних вод від залишків розчинених органічних, хімічних та біологічних забруднень.

Результати та їх обговорення

Біологічне очищення поширений метод очищення стічних вод. В його основі лежить процес біологічного окислення розчинених органічних сполук за участю біоценозу мікроорганізмів і високоорганізованих організмів водоростей, грибів та інших, поєднаних між собою в єдиний комплекс складними взаєминами (метабіозу, симбіозу й антагонізму).

Із практики очищення стічних вод відомо, що в первинних відстійниках