

УДК 620.197

Ю.Г. Ожиганов, проф., д-р техн. наук,

И.И. Рыбалов, доцент, канд. техн. наук,

Т.Л. Чемакина, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

root@sevgtu.sebastopol.ua

НОВЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ СУДОВ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ОБРАСТАНИЯ В МОРСКОЙ ВОДЕ

Анализируется существующий метод защиты подводной части корпусов судов и сооружений от обрастания морскими организмами; предлагается принципиально новый способ, основанный на применении краски, способной обеспечивать накопление в своём поверхностном слое противообрастающего токсина из морской воды

Биологическое обрастание подводных поверхностей судов и сооружений наносит большой вред судоходству. Оно приводит к увеличению сопротивления в воде, что влечёт за собой потерю в скорости до 8... 15 % и непроизводительному расходу топлива до 20... 35 % за междудоковый период. Обрастание трубопроводов забортной воды приводит к нарушению режимов работы двигателей.

В настоящее время основным средством защиты от обрастания является покрытие поверхностей составом (противообрастающей краски), токсичные элементы которого, выделяясь, уничтожают морские организмы [1–2].

Недостатки применяемого ныне способа состоят в следующем:

1. Противообрастающее покрытие работает в результате вымывания токсина (как правило, в виде катиона) из глубины защитного слоя на поверхность, где этот токсин отпугивает личинки обрастания. Защитный эффект необходим только тогда, когда личинка обрастания способна контактировать с поверхностью конструкции при скорости движения близкой к нулю, т.е. на стоянке, когда объект не движется. Но основное вымывание токсина (выщелачивание) имеет место при движении объекта, т.е. когда эффект защиты не требуется. На стоянке, когда объект остановился, выделение токсина минимально. В связи с этим эффективность существующих защитных покрытий невысока, а срок службы не превышает 1,4 ... 1,6 года. В результате такого механизма работы покрытия около 80 ... 90 % токсина используются непроизводительно, а используемое по прямому назначению его количество не превышает 10 ... 20 %.

2. В результате эксплуатации противообрастающих покрытий на морском транспорте и сооружениях огромное количество токсина (в основном

иона меди) попадает в мировой океан, что наносит ему существенный экологический ущерб. Проблема предотвращения попадания токсина меди в морскую воду обостряется в связи с принятым 5 октября 2001г. Международным соглашением ИМО “О контроле над антикоррозионными системами на судах”. В соответствии с этим соглашением резко ограничивается применение судовых красок, работающих по принципу выщелачивания токсина, а объем выщелачивания ограничивается 4 микрограммами в сутки с квадратного метра.

В основу предлагаемого способа поставлена задача защиты подводной части судов и морских сооружений от обрастания путем использования в качестве твердого накопителя в покрытии абсорбента – материала, способного избирательно поглощать из морской воды и задерживать выщелачивание из внутренних слоев лакокрасочного материала токсинов в виде ионов тяжелых и токсичных металлов, обеспечить исключение загрязнения акватории и увеличить в несколько раз срок действия необрастающей краски.

В морской воде содержатся токсичные ионы в количестве [3]:

мышьяка	$4,7 \times 10^{-7} \dots 8,0 \times 10^{-5}$ г/л,	серебра	$1,9 \times 10^{-8} \dots 1,2 \times 10^{-7}$ г/л,
бора	$2,0 \times 10^{-4} \dots 9,3 \times 10^{-5}$ г/л,	кадмия	$1,0 \times 10^{-8} \dots 4,7 \times 10^{-5}$ г/л,
хрома	$5,0 \times 10^{-9} \dots 2,5 \times 10^{-6}$ г/л,	меди	$8,0 \times 10^{-7} \dots 2,0 \times 10^{-3}$ г/л,
ртути	$3,0 \times 10^{-5} \dots 3,6 \times 10^{-7}$ г/л,	марганца	$3,0 \times 10^{-8} \dots 2,3 \times 10^{-5}$ г/л,
молибдена	$5,0 \times 10^{-7} \dots 1,5 \times 10^{-5}$ г/л,	олова	$9,0 \times 10^{-9} \dots 1,2 \times 10^{-8}$ г/л,
стронция	$7,5 \times 10^{-3} \dots 1,85 \times 10^{-2}$ г/л,	цинка	$7,0 \times 10^{-3} \dots 3,8 \times 10^{-3}$ г/л.

Прирост концентрации в процентах к указанным значениям в поверхностном слое открытого океана за счет глобального загрязнения по сравнению с глубинными слоями по данным 1960 года составил: мышьяка 0,18%, кадмия 400%, кобальта 4%, меди 100%, ртути 5%, марганца 15%, свинца 1000%, олова 10%.

Другими словами, морская вода содержит в своем составе достаточно токсинов для защиты поверхности объекта, если они будут извлечены из воды абсорбирующим лакокрасочным покрытием.

Поглощение токсичных ионов металла обеспечивается в результате реакции абсорбирующего материала в составе покрытия в морской воде и осаждения катионов металлов в хемосорбированном виде на поверхности раздела краска – вода.

В качестве твердого накопителя могут быть использованы различной природы и состава абсорбенты, обладающие свойством абсорбции ионов тяжелых металлов и удерживающих их в слое органического лакокрасочного покрытия, например, силикаты, графит, ферросилид.

Реакция поглощения металла из морской воды может протекать сколько угодно по времени. В роли “Ме” выступают содержащаяся в морской воде ионы ртути (Hg^{+2}), цинка (Zn^{+2}), кадмия (Cd^{+2}), меди (Cu^{+1} и Cu^{+2}) и т.д., ко-

которые являются эффективно действующими токсинами по отношению к обрастателям.

Ионы токсинов, накопленные из морской воды, находятся в наружном слое покрытия в хемосорбированном виде и отпугивают личинки обрастателя, не давая им закрепиться на поверхности объекта.

Общим признаком прототипа и предлагаемого технического решения является обеспечение воздействия на обрастателей токсинами (ионами металлов), которые первоначально введены в состав покрытия (прототип) или извлечены из морской воды (предложенное техническое решение).

Основным существенным признаком прототипа является вывод на защищаемую поверхность ядов из токсичных веществ, находящихся в защитном покрытии, которые затем выделяются в окружающую среду и накапливаются в водоемах, загрязняя их и уничтожая живых обитателей.

Предложенное решение, в отличие от прототипа, основано на поглощении токсичных веществ из воды, предотвращении ухода токсинов и краски в морскую воду, т.е. производит эффект, помимо основного, еще защиты от загрязнения и очистки водоема.

Главное отличие в механизме способа защиты: в прототипе токсинов в количестве 80...90% бесполезно выделяется на ходу, а на стоянке его оказывается не всегда достаточно для осуществления защиты; в предложенном решении на ходу токсин накапливается в абсорбенте, а на стоянке осуществляет защитный эффект.

В описанном варианте в начальный момент эксплуатации покрытия, когда извлечение ионов из воды еще не произошло в достаточном объеме, эффект обрастания может проявиться. Для исключения этого явления при эксперименте нами вносилось некоторое количество закиси меди Si_2O дополнительно к введенному абсорбенту. Испытывались в Черноморской воде в периоды интенсивного обрастания образцы с покрытиями, содержащими кроме абсорбента количество закиси меди: 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30 и 40 % (весовых).

Двухлетние испытания показали, что в начальный момент личинки обрастания могут размещаться на поверхности при содержании меди около 1%.

В интервале 3...4% закиси меди обрастания не происходило, но наблюдалось разрушение покрытия за счет разрыхления при содержании токсина более 15%. Таким образом 3...5% концентрация закиси меди в покрытии обеспечивает насыщение поверхности ионом меди; в хемосорбированном виде он с поверхности не уходит, благодаря чему имеется защита от обрастания, а отсутствие выщелачивания меди из покрытия исключает процесс его разрушения.

Композиционный материал вводился в состав покрытия в пределах 5, 10, 15, 20, 30, 40% (весовых).

Образцы экспонировались в Черноморской воде в течение двух лет. Органической основой для введения композиционного материала выбраны основа штатного противообрастающего покрытия ХВ-53, которая по своим физико-химическим свойствам рассчитана на использование в широко применяемых в судостроении схемах окраски и допускает массоперенос без особой потери прочности (массоперенос как запланированный фактор эксплуатации) [1,2]. Наилучший эффект в течение двух лет показали образцы с содержанием композиционного материала 5...15% (массовых) – обрастание отсутствовало, разрушения покрытия также не наблюдалось.

При содержании композиционного материала менее 5% после 0,5...2-х лет появились отдельные (а не массовые, как на контрольных образцах с противообрастающим покрытием) обрастания. Вероятно, количество хемосорбированного токсина было недостаточным. При содержании композиционного вещества в пределах 20...40% (массовых) обрастание так же не наблюдалось, но отмечалось некоторое набухание покрытия, его меление, а в отдельных местах отслаивание. Возможно интенсивный массообмен в толще покрытия при высоком уровне поглощения токсина вызывает понижение механических характеристик покрытия и нарушение его сплошности.

Вторым вариантом эксперимента было испытание противообрастающих свойств в штатной краске ХВ-53 (средней по защитной способности и малому сроку защитного действия, примерно 1 год) с добавлением композиционного материала в количестве 3...30%. Двухлетние испытания показали, что неокрашенные образцы за 6 месяцев обрастали полностью сплошным слоем, покрашенные штатной краской ХВ-53 (по грунту ВЛ-02 и эмали ХС-720) обросли на 50% площади, образцы с 3...4% композита через 2 года имели на отдельных участках водоросли толщиной до 4 мм, а образцы с 5...30% композита через 2 года обрастаний не имели. Особенно важным является тот факт, что срок службы покрытия может значительно превысить срок службы существующих известных противообрастающих красок, что позволит в морском флоте увеличить междоковый период эксплуатации.

Таким образом, введение композитного абсорбента в штатное противообрастающее покрытие невысокого качества приводит к существенному повышению его эффективности за счет удерживания ионов металла, содержащего противообрастающий токсин, композитом внутри краски и уменьшения его непроизводительных потерь в морскую воду.

Полученный положительный результат применения нового принципа формирования противообрастающей краски позволяет ориентироваться на создание нового способа защиты морских судов от обрастания в морской воде. Для решения этой задачи в последующем необходимо выбрать оптимальный вариант связующего, которое бы имело достаточную пористость и водопроницаемость при длительном сроке службы. Другими словами, необходимо создать материал, надежность которого не будет зависеть от

интенсивности процессов адсорбции и десорбции токсинов в процессе эксплуатации. С другой стороны, намечается подготовить технические и технологические материалы к организации широких эксплуатационных испытаний композиции в сочетании со штатными антикоррозионными схемами лакокрасочных материалов и международной сертификации.

Библиографический список

1. Искра Е.В. Лакокрасочные материалы и покрытия в судостроении / Е.В. Искра. — Л.: Судостроение, 1984. — 368 с.
2. Искра Е.В. Технология охраны судов / Е.В. Искра, Е.И. Куцевалова. — Л.: Судостроение, 1981. — 300с.
3. Попов Н.И. Морская вода / Н.И Попов, К.Н Фёдоров, В.М.Орлов. — М.: Наука, 1979. — 327 с.

Поступила в редакцию 25.05.2004 г.