

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПРОТИВООБРАСТАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ФТОРОПЛАСТА

© 2010 В.Ф. Каблов, В.Е. Костин, Н.А. Соколова

Волжский политехнический институт – филиал Волгоградского государственного
технического университета

Поступила в редакцию 04.10.2010

Серьезной проблемой при эксплуатации гидротехнических сооружений является биообрастание. В южных регионах основными организмами-обрастателями являются моллюски рода Дрейссена. Во всем мире для профилактики биообрастания используются биоцидные покрытия. Покрытия, содержащие биоциды представляют экологическую опасность для других гидробионтов, обитающих в том же водоеме. Предлагается использование фторопластовых противообрастающих покрытий как экологически безопасных.

Ключевые слова: *биообрастание, гидротехнические сооружения, моллюск Дрейссена, фторопластовые покрытия*

Обрастание поверхностей оборудования и гидросооружений, находящихся под водой, является серьёзной проблемой, так как наличие на поверхностях организмов-обрастателей приводит к значительному снижению технических характеристик оборудования, создаёт дополнительную нагрузку на конструкции сооружений, значительно ускоряет процесс разрушения материала. Организмами-обрастателями являются: бактерии, грибы, водоросли, ракообразные и моллюски. Интенсивность обрастания зависит качества поверхностей сооружений, где находится эксплуатируемое оборудование, а также качества противообрастающих покрытий, использованных для защиты подводной части гидросооружений и оборудования. В пресной воде до недавнего времени было мало организмов, относящихся к числу обрастателей. Однако появление каналов, связавших реки с озерами и морями, создали условия для активной и пассивной миграций, и появления обрастателей там, где до недавнего времени их не было. В настоящее время наибольшие проблемы на гидросооружениях возникают из-за обрастания поверхностей сооружений, водоводов и оборудования моллюсками рода Дрейссена (рис. 1).

Каблов Виктор Федорович, доктор технических наук, директор

Костин Василий Евгеньевич, кандидат технических наук, декан автомеханического факультета. E-mail: vek@volpi.ru

Соколова Наталья Александровна, старший преподаватель кафедры «Химическая технология полимеров и промышленная экология». E-mail: natalissa_72@list.ru

Дрейссены – род двухстворчатых моллюсков семейства Дрейссеновые. Раковина (длина 8-50 мм) клиновидная, зеленоватых или коричневатых оттенков, часто с рисунком из тёмных зигзагообразных линий. Личинка (велигер) короткое время плавает, затем оседает на дно и прикрепляется биссусом к субстрату. Речная дрейссена обитает на глубине до 10-20 м и местами образует огромные скопления, обрастая камни, сваи и различные гидротехнические сооружения, а также водотоки, трубы, проводящие воду к турбинам, защитные решетки и т. д. Плотность моллюсков в скоплениях достигает подчас 10000 экземпляров на 1м² при биомассе 7 кг на ту же площадь. Нижние пределы температуры для выживания взрослых особей – 0°C; для питания – 5°C; для роста – 10°C; для размножения – 12°C. Молодь дрейссен, осевшая летом, растет лучше и достигает больших размеров, чем молодь, осевшая осенью. Наилучший рост дрейссен наблюдается на глубине 1,5-2 м. Темп роста зависит от условий в водоеме обитания и может варьировать от 8 до 18мм в первый год жизни. Однако, достоверно известно, чем выше и благоприятней температура, тем выше темп роста. По различным оценкам моллюски живут от 6 до 19 лет.

Из-за того, что обрастание дрейссеной вызывает повышенное напряжение на гидротехнических сооружениях и вызывает биокоррозию конструкционных материалов, периодически проводится осушение сооружений и механическая очистка поверхностей от обрастателей. Счищенного моллюска вывозят на свалки или сбрасывают обратно в водоем. В

обоих случаях происходит разложение мертвой органики, так как дрейссена гибнет из-за механического разрушения раковин, а также пролежав несколько суток на воздухе. Объемы счищенного моллюска достигают внушительных значений - только в районе волгоградского узла гидросооружений и судоходства при выполнении ремонтных работ после закрытия навигации образуется около 200 тонн биологических отходов, не меньшее количество моллюска счищается с гидросооружений Волжской ГЭС. Отвалы моллюска создают неблагоприятную экологическую ситуацию в районе гидротехнических сооружений. Биологическое разложение мягких тканей моллюсков создает такие неблагоприятные факторы, как неприятный запах, привлекающий, кроме всего прочего, виды-синантропы (птицы, грызуны, насекомые), выделение токсичных летучих веществ (аммиак, сероводород, летучие амины и др.), массовое развитие патогенной микрофлоры, паразитофауны, способных вызвать вспышку инфекционных заболеваний.

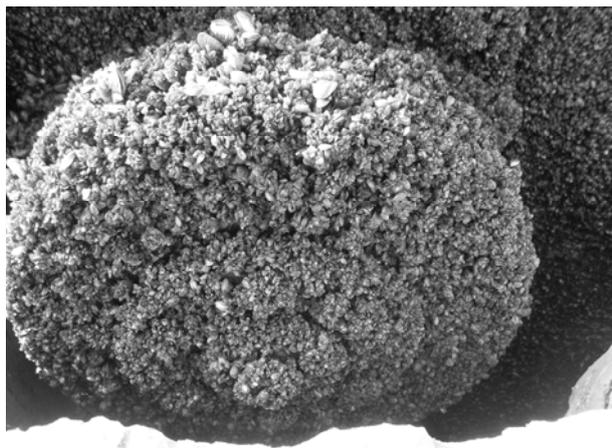


Рис. 1. Обрастание подводной части оборудования моллюском дрейссена

Частичным решением данной проблемы могло бы стать использование противообрастающих покрытий на подводных частях гидротехнических сооружений, препятствующих закреплению на этих поверхностях дрейссены. Большинство противообрастающих покрытий содержат те или иные виды биоцидов (соединения меди, олова, свинца, ртути, мышьяка, органических производных), поступление которых из покрытия в воду, должно приводить к гибели организмов-обрастателей. Как показывает практика использования таких противообрастающих покрытий, их эффективность весьма ограничена. Кроме того, у этих покрытий есть и отрицательная сторона: содержащиеся в них токсины, переходя в воду,

убивают не только обрастателей, но и других гидробионтов. По этой причине в лаборатории экологической безопасности ВПИ были проведены исследования, направленные на всестороннее изучение механизма закрепления моллюска дрейссена на обрастаемых поверхностях.

Процесс обрастания поверхности моллюском дрейссена можно разделить на 3 этапа: оседание раковин или личинок моллюска на поверхности; закрепление и обрастание. Известно, что закрепление раковины моллюска дрейссена на поверхности происходит за счёт мускула ноги, а затем окончательное закрепление на поверхности (обрастание) осуществляется биссусными нитями. Анализ результатов процесса обрастания различных поверхностей моллюском дрейссена в лабораторных и естественных условиях, даёт возможность рассматривать закрепление нитей биссуса на субстрате как процесс образования неразъемного (клеевого) соединения. В процессе лабораторных исследований, проведенных в лаборатории экологической безопасности Волжского политехнического института, установлено, что диаметр нити биссуса моллюска дрейссены составляет 15-20 мкм при длине обычно не более 10-12 мм. В месте прикрепления биссуса к субстрату имеется значительное утолщение, напоминающее корневую систему растений. Развитость поверхности в месте закрепления, очевидно, обеспечивает высокую прочность крепления моллюска к субстрату. Закрепление моллюсков дрейссены на субстрате с помощью биссусных нитей делает неэффективным применение традиционных противообрастающих покрытий, содержащих токсичные биоциды, так как достаточная для подавления жизненной активности и гибели дрейссены концентрация биоцида содержится только в тонком пристеночном слое воды. Закрепившаяся на нитях биссуса дрейссена несколько удалена от субстрата и использует для фильтрации воду, содержащую неопасную для неё концентрацию биоцида. Тем более что даже при гибели дрейссены её раковина остается прикрепленной к субстрату и, в свою очередь, служит субстратом для обрастания другими раковинами дрейссены. Обрастание дрейссеной за счёт нарастания одних раковин на другие, как уже пустые, так и с живым моллюском, принимает вид «шубы». На прочность закрепления и физико-механические свойства биссуса биоциды, содержащиеся в противообрастающих покрытиях, никакого влияния не оказывают. По имеющимся данным и результатам исследований установлено, что биссус устойчив к растворению

в слабых концентрациях неорганических (серной и соляной) кислот, а также в концентрированных растворах органических кислот (уксусная, лимонная кислоты), стойко противостоит хлороформу, ацетону, спирту, бензолу и большинству других растворителей, в том числе и ферментам, расщепляющих обычные белки.

Таким образом, рассматривая процесс закрепления нитей биссуса на субстрате как процесс образования клеевого соединения, можно предположить, что наиболее эффективными покрытиями против обрастания дрейссеной будут покрытия из трудносклеиваемых материалов. К таким материалам, имеющим низкие адгезионные свойства, относятся фторопласты. Хотя по этой же причине (низкой адгезии) возникают значительные трудности при нанесении фторопластовых покрытий на поверхности оборудования и сооружений. Кроме того, покрытие поверхностей гидротехнических сооружений и оборудования ГЭС должно обладать кроме противообрастающих свойств ещё и защитными противокоррозионными свойствами и иметь достаточную механическую прочность.

Для апробации, из технологических соображений нанесения покрытий на поверхности оборудования, были выбраны: самоклеящаяся фторполимерная пленка и фторопласто-эпоксидный лак марки ЛФЭ-32ЛНХ холодного отверждения. Технология нанесения фторполимерных плёнок не представляет особых сложностей и может быть использована для защиты поверхностей технологического оборудования ГЭС. Самоклеящиеся фторполимерные пленки сохраняют все физико-химические свойства исходных фторполимеров: интервал рабочих температур и химстойкость. Фторопласто-эпоксидный лак также обладает высокими противокоррозионными и защитными свойствами, не набухает в воде. Он устойчив к кислым, щелочным средам и к агрессивным газам и парам, содержащим фтористый водород, окислители и другие агрессивные компоненты.

Для оценки эффективности фторполимерной пленки и фторопласто-эпоксидного лака, в сентябре 2007 г. были покрыты крышки воздухоохладителя статора генератора, кроме того, фторопласто-эпоксидным лаком был покрыт стакан фильтра механической очистки воды системы охлаждения обмоток статора. Данные работы проведены на агрегате № 5 Волжской ГЭС, обработаны крышки воздухоохладителей № 1 и № 7 и стакан фильтра № 2.

Для сравнения приведён вид крышек до и после нанесения покрытий (рис. 2, 3).



Рис. 2. Поверхность до нанесения защитного покрытия



Рис. 3. Поверхность после нанесения защитного покрытия

Мониторинг состояния защитного покрытия проводился в декабре 2007 г. и в январе 2009 г. во время планового останова агрегата. Анализ состояния покрытий крышек воздухоохладителя после эксплуатации агрегата в течение почти одного года и четырех месяцев показал, что в целом фторопласт свою миссию выполнил – колоний моллюсков на крышках воздухоохладителя и стакане фильтра не обнаружено.

Выводы: фторполимерная пленка и фторопласто-эпоксидный лак проявили неплохие противообрастающие свойства, так как колоний моллюска на них обнаружено не было; при правильном нанесении обеспечивается отличная защита от коррозии и хорошая адгезионная

прочность соединения с металлом; фторопластовые покрытия являются химически- и биоинертными, что предотвращает загрязнение акватории биоцидами. Выбранный метод является перспективным, и предлагаемые покрытия могут существенно снизить негативный эффект от организмов-обрастателей, не влияя на экологическую обстановку в районе применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Каблов, В.Ф.* Анализ и исследование современных методов снижения негативного влияния биообрастания сооружений и оборудования ГЭС / *В.Ф. Каблов, В.Е. Костин, С.А. Мальцев, Н.А. Сокколова* // IV Международная конференция «Стратегия качества в промышленности и образовании». Материалы (в 2-х томах). Т.1. Днепропетровск - Варна: Фортуна - ТУ - Варна, 2008. 800 с.

ECOLOGICALLY SAFE ANTIFOULING COVERINGS ON THE BASIS OF FLUOROPLASTIC

© 2010 V.F. Kablov, V.E. Kostin, N.A. Sokolova

Volzhskiy Polytechnical Institute – Branch of Volgograd State Technical University

Serious problem at exploitation the hydrotechnical constructions is biofouling. In south regions the basic organisms-foulers are molluscs of genus *Dreissena*. All over the world for prophylactics of biofouling biocidal coverings are used. The coverings containing biocides represent ecological hazard to other aquatic organisms inhabiting the same reservoir. Use of fluoroplastic antifouling coverings as ecologically safe is offered.

Key words: *biofouling, hydrotechnical constructions, mollusc Dreissena, fluoroplastic coverings*

*Viktor Kablov, Doctor of Technical Sciences, Director
Vasiliy Kostin, Candidate of Technical Sciences, Dean of the
Automotive Faculty. E-mail: vek@volpi.ru
Nataliya Sokolova, Senior Teacher at the Department of Chemical
Technology of Polymers and Industrial Ecology. E-mail:
natalissa_72@list.ru*