



Аноды: природа диктует свои условия

Тим Картер

Сегодня большинство потребителей, наверное, уже привыкли к эксплуатации экологически чистых товаров, несмотря на то, что они порою бывают и дороже, и хуже традиционных моделей. Как ни странно, это совсем не так в мире протекторных анодов. Владельцы различных судов с удовольствием заменят старые цинковые аноды на более современный и эффективный алюминий.

С природоохранной точки зрения, алюминий намного «зеленее» цинковых сплавов, применяемых при выпуске протекторных анодов. Причиной тому является содержание в последних в качестве главного реагента кадмия – особо опасного тяжелого металла.

Промышленное применение кадмия постепенно запрещается по всему миру, а правила утилизации отходов, содержащих это вещество, непрерывно ужесточаются. Кадмий, содержащийся в защитных анодах, представляет угрозу экологической чистоте водоемов; его выщелачивание из анодов в воду может понести за собой передачу токсинов всеми гидробионтами по трофической цепи, то есть, простыми словами, он может оказаться в рыбе или моллюсках, которые потом попадут в рыбные отделы магазинов.

Данная ситуация напоминает то, что произошло с трибутилолвосодержащими (ТБТ) красителями, применяемыми против обрастания корпусов. Присутствие этого биоцида в водоемах вызвало бурный гнев общественности после того, как было доказано, что ТБТ является причиной

физической деформации устриц, а также половых перемен брюхоногих моллюсков – популярнейшего в Японии ингредиента сасими.

Пока не доказано, что содержание кадмия в воде повлечет за собой схожую стихийную ситуацию, но все равно даже обывателю ясно – присутствие этого химического элемента в пищевой трофической цепи не желательно.

В США по правилам, установленным Агентством охраны окружающей среды, правительства всех штатов рассматривают любые гавани как источник рассредоточенного загрязнения. Поэтому при периодических проверках качества воды в будущем вполне возможно ограничение допустимого уровня кадмия. Это, естественно, повлечет запрещение использования цинковых сплавов в защитных анодах.

В отличие от ТБТ, не имевшего эффективной альтернативы, алюминий не только экологически чище, но и намного эффективнее цинко-кадмиевых сплавов.

Ведущие судоходные компании, как например Crowley и Maritime Seaspan Container Lines, практикуют алюминиевые аноды уже много лет. Производители силовых установок, в частности Mercury Marine, используют только алюминиевые аноды, также указывая их в списке запчастей, рекомендованных производителем.

Кроме того, алюминиевые аноды используются в трубопроводах и других подводных металлических объектах, нуждающихся в долгосрочной защите от коррозии.

Так почему же до сих пор пользуются цинковыми анодами? Самый простой



ответ на данный вопрос – по старой привычке. Многие даже не вполне понимают принцип работы анодов – до такой степени, что красят их вместе с корпусом судна. Это, конечно, продлевает жизнь устройства, но оно не предназначено для долголетия. Его назначение – защита от гальванической коррозии металлических деталей судна, намного более дорогостоящих по сравнению с самим анодом. Вместо вала винта в жертву приносится относительно дешевый и легкозаменяемый анод.

Принцип работы протекторных анодов таков: при контакте с водой любые металлические предметы подвергаются гальванической коррозии. Однако разные металлы корродируют с разной скоростью, что зависит также от их сочетаний. На это влияет и уровень солености воды.

Быстроразрушающиеся металлы менее «благородны», в то время как более «благородные» металлы дольше не поддаются окислению. Поэтому-то грамотно расположенные протекторные аноды являются эффективным, доступным и легкозаменяемым устройством, обеспечивающим защиту корпуса, силовой установки, руля, карданного вала, системы охлаждения и других металлических узлов судна.

Для эксплуатации в соленой воде пригодны только цинковые или алюминиевые аноды. Для пресной воды подходят устройства из магния. Вице-президент компании Fisheries Supply из Сизэтла Джон Ро-термел (John Rothermel) так объясняет специфику разных металлов, применяемых при изготовлении протекторных анодов: «Магний действует только в пресной воде. Если судно эксплуатировать и в пресной, и в соленой воде, алюминий будет единственным решением данной проблемы. Несмотря на частичную потерю эффективности в пресной воде, все свойства алюминия вернутся после возвращения судна в соленую воду. В случае продолжительной эксплуатации в пресной воде, на судно с алюминиевыми анодами обычно устанавливается дополнительный, съемный магниевый анод, называемый «группер».

Несмотря на то, что протекторные аноды могут показаться инертными железками, на самом деле они являются тщательно разработанными элементами противокоррозийной защиты. Сложность их разработки и производства состоит в том, что сплавы, из которых делаются аноды, должны в точности соответствовать требуемому эталону, чтобы постепенно принимать на себя коррозионную нагрузку, таким образом защищая другие металлические части судна.

Специалисты ВМФ США владеют обширным опытом в исследовании и разработке данных сплавов, их состава и процесса их производства. Вследствие этого стандарт MIL-SPEC для протекторных анодов стал «глобальным эталоном для производителей и владельцев судов», по мнению Джона Митчелла, президента компании Canada Metal Pacific (CMP), производящей протекторные аноды.

В данной таблице показано соотношение между эффективностью и составом анодов Martyr I из цинка и Martyr II из алюминия, изготовленных CMP по стандарту MILSPEC

Отклонения от химических спецификаций повлекут за собой непригодность детали, так как различные формы поверхностного окисления ослабят или даже аннулируют защитные свойства анода. Это значит, что аноды должны выпускаться на производстве, способном изготавливать сплавы без примесей, в соответствии с заданным стандартом. Металлолом, как правило, для этих целей совсем не подходит.

Цена алюминия также является его преимуществом перед цинком. Несмотря на то, что алюминий дороже на единицу веса, его эффективность примерно вдвое больше. Все дело в разнице молекулярной массы двух металлов: при работе анода важна площадь поверхности детали. Алюминиевый анод, схожий

В данной таблице показано соотношение между эффективностью и составом анодов Martyr I из цинка и Martyr II из алюминия, изготовленных CMP по стандарту MILSPEC

Характеристики сплавов для анодов CMP

Состав	M1 MIL-A-18001K Цинковый сплав	MII MIL-A-24779 (SH) Алюминиевый сплав
Кадмий	0.025–0.07%	–
Медь	0.005% макс.	0.004% макс.
Железо	0.005% макс.	0.090% макс.
Индий	–	0.014–0.020%
Свинец	0.006% макс.	–
Ртуть	–	0.001% макс.
Кремний	–	0.08% макс.
Никель	–	–
Марганец	–	–
Магний	–	–
Алюминий	0.1–0.5%	остаток
Цинк*	остаток	4.0–6.5%

* Чистота цинка анодов CMP составляет 99.995%

Характеристики	Цинковые аноды	Алюминиевые аноды
Электрическая емкость, ампер-часов на фунт	355	1225
Эффективность, %	95%	94%
Изнашивание, фунтов на ампер-час	24.5	7.6
Напряжение (Cu/CuSO ₄)	- 1050 mV	-1100 mV

размером с цинковым собратом, весит в два раза меньше и, следовательно, стоит дешевле. При меньшем весе алюминиевые детали удобнее при транспортировке и установке.

Но все же главное преимущество алюминия в том, что изготовленные из него аноды намного долговечнее. По заявлению Пола Флери, который работал технологом на атомной электростанции ВМФ США, а потом открыл компанию Marine Services в Эрлизвилле, штат Вирджиния, химическая энергия, ответственная за эффективность алюминиевых анодов, выше, чем у цинковых аналогов, в 3.5 раза. Алюминиевые детали также самоочищаются на 20% лучше, чем цинковые.

Если алюминиевый анод является лучшим решением для судов со стальным корпусом, что же тогда будет эффективно на судне из алюминия?

«Алюминий», – говорит Пол Флери. При погружении в воду металл с наибольшим отрицательным потенциалом окисляется первым. Даже на алюминиевом корпусе алюминиевый анод окислится первым, защитив узлы судна. Разница в том, что анод изготовлен из сплава алюминия и других металлов, в условиях технического соответствия и контроля отрицательного потенциала детали, вследствие чего анод и окисляется в первую очередь.

Почему же алюминий не используется повсеместно, ведь он намного пригоднее цинка, как видно из приведенных выше таблиц?

Одно время эффективность алюминиевых анодов составляла желать лучшего, так как обычно на поверхности чистого алюминия формируется тонкий слой окиси. Эта окись, обладая высоким электрическим сопротивлением, значительно снижает эффективность протекторных анодов.

Данная проблема решается созданием анодов из сплава алюминия, иридия и нескольких других ингредиентов по технологии стандарта MILSPEC, которая изменяет свойства окисного слоя. Такие аноды выпускаются уже 60 лет, но, как видно, пока не полностью завоевали признание потребителя.

Низкое качество сплавов, используемых при производстве протекторных анодов, иногда оказывается ахиллесовой пятой всего изделия. Дело в том, что по стандарту MILSPEC в производстве анодов допускается вторичного (переработанного) материала. Некоторые производители в погоне за снижением производственных затрат используют самое дешевое сырье, не задумываясь над тем, что разница между «утилем» и «металлоломом» очень велика.

«Много раз я видел суда с дырами, проеденными коррозией в корпусе, килевых охладителях, валах и винтах, несмотря на то, что количество установленных анодов было адекватным ситуации, – говорит Джон Митчелл. – Обычно при оценке анодов с таких судов выясняется, что их состав не соответствует стандарту MILSPEC. Эти аноды, как правило, изготовлены из алюминиевого или цинкового лома!» Отклонения от технических параметров состава сплава повлекут за собой непригодность изделия, так как разные формы окисления поверхности самого анода сведут на нет его защитное действие.

Некоторые производители вообще не имеют приборов для анализа состава сплавов, и, следовательно, сертифицированных подразделений, ответственных за контроль качества. По заявлению Митчелла, единственным гарантом качества протекторных анодов является сертификат качества ISO-9000 (Quality Management System).

По заявлению специалиста, инструкция к производству анодов ВМФ США предусматривает использование вторсырья для изготовления анодов, если конечный материал соответствует техническим характеристикам требуемых сплавов: «К примеру, утилизированная алюминиевая проволока является хорошим источником сырья для бескадмиевых алюминиевых анодов Martyr II. В ней, даже в виде лома, очень низко содержание железа и кремния. При правильной обработке и добавке нужных ингредиентов анализ искровым спектрометром выявит соответствие полученной детали стандарту MILSPEC».

Конечно, некоторые верфи, судоремонтные мастерские и судостроители не всегда удостоверяются в наличии сертификации ISO у поставщиков анодов. Однако крупные компании всегда защитят свою репутацию контролем качества всех деталей, поступающих на сборку своих судов. Джон Ротермел, представляющий компанию Fisheries Supply, существующую с 1928 года, заявляет, что его организация предлагает аноды только от трех производителей (в числе которых СМР). Все эти производители гордо штампуют на свою продукцию логотип MILSPEC.

West Marine также предлагает аноды, одобренные инспекторами MILSPEC, только от производителей, придерживающихся этого стандарта, включая СМР. Чак Хоули, вице-президент этой компании, подчеркнул важность надежных каналов поставок качественных анодов от производителей, как гаранта наличия качественных деталей на складах компании.

Компания Seaview Boatyard, предлагающая свои услуги на Тихоокеанском северо-западе США с 1974 года, проводит схожую политику ограниченного круга поставщиков, чтобы избежать некачественного товара. Недавно руководство Seaview приняло решение предлагать только алюминиевые аноды, прибегая к эксплуатации цинковых деталей лишь в случае полной недоступности их алюминиевых аналогов.

Независимо от материала, из которого изготовлен анод,

единственная гарантия его качества – это изготовление детали в соответствии с производственным стандартом, что в большинстве случаев практикуется только известными производителями. Дешевые кустарные изделия обернутся большими затратами на починку пораженных коррозией частей судна.

По заявлению одного владельца верфи, несмотря на то, что он продает множество анодов в год, они не приносят ему значительной прибыли, следовательно, обходятся потребителю практически по себестоимости. Но вот затраты на ремонт повреждений от коррозии будут стоить очень дорого. Экономия на анодах не только копеечна, но и опасна.

Тот же принцип применим в вопросе о частоте замены анодов. Обычно аноды меняют при степени износа 70%, хотя некоторые специалисты рекомендуют установку свежей детали и раньше. Причиной тому – необходимость в надежном контакте анода с поверхностью защищаемых узлов судна. Несмотря на то, что анод, изношенный на 70%, все еще функционирует, износ может отрицательно повлиять на качество электросоединения.

В заключение совет осторожному мореходу: при подключении электросистемы судна к источнику питания на берегу оно заземляется на тот же источник! Это означает, что степень защиты вашего судна сводится к «общему знаменателю» защиты от гальванической коррозии самого слабозащищенного судна в гавани, заземленного к общему источнику питания. Поэтому перед тем, как подключаться к береговой сети, обязательно установите гальванический изолятор.

Перевод с английского Глеба Таттыгова

**ЗАЧЕМ ПЕРЕПЛАЧИВАТЬ
ЗА ЦИНК?**

Martyr

БЕСКАДМИЕВЫЕ АНОДНЫЕ ПРОТЕКТОРЫ

**Созданы для защиты
окружающей среды**

ЦИНК Для Соленой Воды

АЛЮМИНИЙ Для Соленой и Слабосоленой Воды

МАГНИЙ Для Пресной Воды

www.martyranodes.com

sales@martyranodes.com

Martyr
ЛУЧШИЕ В МОРЕ АНОДНЫЕ ПРОТЕКТОРЫ