

УДК 541.138.2

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МДО НА СПЛАВАХ СИСТЕМ Al-Ca-Sc.

Макушина Марина Александровна,

студент 4 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель: Е.А. Наумова,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение»

Большое значение для снижения удельной материалоемкости изделий имеет замена черных металлов более легкими цветными, в частности алюминием и его сплавами. Хотя алюминий и дороже стали, однако экономия по массе при его использовании достигает 60%. Поэтому алюминиевые конструкции могут быть дешевле стальных. Кроме снижения материалоемкости большое значение имеет уменьшение трудоемкости изготовления деталей из алюминиевых сплавов, так как обрабатывать и монтировать их намного легче стальных.

Однако расширению сферы практического использования алюминиевых сплавов для изготовления корпусных деталей и разнообразных пар трения препятствует несоответствие высоким технологическим требованиям таких его эксплуатационных характеристик, как недостаточная твердость и низкая износостойкость. Устранение этих недостатков связано с улучшением состава и качества поверхностных слоев изделий, а также с возможностью применения современных методов поверхностной обработки алюминия.

Одним из наиболее перспективных методов нанесения покрытий на изделия и конструкции из алюминиевых и магниевых сплавов является метод микродугового оксидирования (МДО).

Микродуговое оксидирование - сложный процесс получения покрытий на поверхности материала - рабочего электрода, находящегося в электролите, в режиме микродуговых разрядов, перемещающихся по его поверхности [1]. Процесс МДО состоит из нескольких стадий, протекающих последовательно: 1) анодирование и/или электролиз; 2) искрение; 3) собственно МДО; 4) дуговая стадия [2, 3].

Силумины (сплавы на основе алюминивно-кремниевой эвтектики) самые распространенные среди всех литейных сплавов на основе цветных металлов. Благодаря отличным литейным свойствам они широко используются для получения отливок самой сложной формы [4, 5]. Но резервы повышения их прочностных свойств практически исчерпаны, что вытекает из принципов их легирования [4]. В связи с этим, поиск альтернативных базовых систем, которые могут стать основой литейных сплавов нового поколения весьма актуален. Система Al-Ca рассматривается авторами этой работы как перспективная. Кальций, как и кремний, образует с алюминием диаграмму эвтектического типа, но структура эвтектики значительно дисперснее, чем кремниевая в литом состоянии, что должно обеспечить более высокие прочностные свойства этих сплавов.

Проведенные авторами этой работы испытания на износостойкость силумина и сплава с кальцием без покрытия показали некоторое преимущество последнего. Коэффициент трения на установившейся стадии работы у АК7 около 0,47, а у сплава на базе системы Al-Ca – около 0,45 (испытания проводили на трибометре NANOVEA с использованием вращающегося по круговой траектории стального шарика (ШХ15) диаметром 6 мм при нагрузке 10Н).

В данной работе были исследованы образцы нового литейного эвтектического сплава Al-7,5%Ca-0,3%Sc (№ 1-3), эвтектического силумина АК12 (№ 4) и доэвтектического силумина АК7 (№ 5) с покрытием, полученным методом МДО с использованием разных электролитов:

NaOH-ТЖС- $K_4[Fe(ON)_6]$ и NaOH-ТЖС. В результате проведенного исследования установлено, что сплав Al-7,5%Ca-0,3%Sc покрывается оксидом алюминия примерно в 3 раза быстрее, чем силумины.

Микроструктуру изучали с помощью светового микроскопа Olympus GX51. С помощью специальной компьютерной программы SIAMS 700 и встроенной фотокамеры были сделаны фотографии структуры. Для измерения микротвердости используется прибор Emkotech DuraScan 70. Толщину поверхностных слоев измеряли перемещением предметного столика с помощью микровинтов с цифровой шкалой.

Фазовый состав поверхностных слоев определяли методом рентгеноструктурного анализа методом симметричной съемки и съемки скользящим пучком.

Металлографическое исследование показало, что покрытие на всех образцах состоит из двух основных слоев. Внешний слой, более темный, имеет более высокую твердость. Вероятно, он в большей степени состоит из $\alpha-Al_2O_3$, а внутренний слой, более мягкий и пластичный, состоит из смеси разных модификаций оксида алюминия. Значения микротвердости исследованных сплавов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Твердость материала образца и покрытия (метод измерения HV 0,1)

Наименование слоя	Образец №1 (NaOH-ТЖС)	Образец №2 (NaOH-ТЖС- $K_4[Fe(ON)_6]$)	Образец №3 (NaOH-ТЖС- $K_4[Fe(ON)_6]$)	Образец №4 (NaOH-ТЖС)	Образец №5 (NaOH-ТЖС)
Материал образца	70,9	96,9	69,4	71,5	85,6
Внутренний слой ($\gamma-Al_2O_3 + \alpha-Al_2O_3 +$ $\delta-Al_2O_3$)	718	240	351	467	715
Внешний слой ($\alpha-Al_2O_3$)	1062	712	731	1453	1031

Заключение

Установлено, что доля слоя $\alpha-Al_2O_3$ по отношению к общей толщине покрытия наибольшая в образцах сплава Al-7,5%Ca-0,3%Sc, обработанных в электролите NaOH-ТЖС- $K_4[Fe(ON)_6]$ (№ 3, 4), а значения микротвердости внешнего слоя наименьшие. Возможно, необходимо оптимизировать толщину внешнего слоя, состоящего, в основном из $\alpha-Al_2O_3$.

Литература.

1. Хла Мо. Оптимизация процесса микродугового оксидирования алюминиевых и магниевых сплавов/ Автореферат диссертации, 2007 / информация на сайте <http://tekhnosfera.com/>
2. L.L. Gruss, W. McNeil. Anodic spark reaction products in aluminate, tungstate and silicate solutions // Electrochem. Technol. 1963. Vol. 1. № 9-10. P. 283-287.
3. А.В. Николаев, Г.А. Марков, Б.Н. Пищевский. Новое явление в электролизе // Изв. СО АН СССР. Сер. хим. наук. 1977. Вып. 5. С. 32-33.
4. Энтони У.У., Элиот Ф.Р., Болл М.Д. Алюминий. Свойства и физическое металловедение: Справоч. изд. / под ред. Дж.Е. Хэтча. Пер. с англ. М., Металлургия, 1989, 324 с.
5. Золоторевский В.С., Белов Н.А. Металловедение литейных алюминиевых сплавов - М.: МИСиС, 2005, 376 с.