PolotskSU

УДК:621.357.2:621.794.61

ПОСЛОЙНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АЛЮМООКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ НА СИЛУМИНЕ

Н.А. КАНАНОВИЧ, А.А. ПРЕДКО
Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Приведены результаты анализа поверхностного слоя, в том числе распределения химических элементов по глубине на силумине, подвергнутом высоковольтному электрохимическому оксидированию.

Структура и состав материала на поверхности изделия определяет прочность, износо- и коррозийную стойкость, адгезию и другие свойства детали. В ФТИ НАН Беларуси разработан и применяется в промышленных масштабах широкий спектр методов инженерии поверхности, включающих нанесение металлических и композиционных покрытий на стали и твердые сплавы толщиной в диапазоне от сотен нанометров до десятков микрометров, ионную химико-термическую обработку сталей и титановых сплавов с получением упрочненного слоя глубиной от десятков микрометров до нескольких миллиметров, технологии наплавки покрытий с толщинами до нескольких миллиметров. Созданы оборудование и технология высоковольтного электрохимического оксидирования (ВВЭО) сплавов алюминия [1].

Для изучения свойств материалов, подвергнутых различным вариантам инженерии поверхности, а также отработки технологических процессов поверхностного упрочнения, важно быстро и достоверно осуществлять анализ химического состава материала на поверхности и по глубине модифицированного слоя. Сегодня в мире имеется достаточно большой перечень методов анализа структуры и состава поверхностных слоев. Для исследования материалов удобным инструментом показал себя оптическо-эмиссионный спектрометр плазмы тлеющего разряда GD Profiler 2 (HORIBA Jobin Yvon, Япония-Франция), один из самых современных приборов оперативного изучения химического состава сплавов.

Цель работы – анализ поверхностного слоя, в том числе определение профиля химических элементов по глубине на сплаве после ВВЭО.

Метод исследования и материал. Суть метода ВВЭО заключается в выращивании на поверхности сплавов алюминия с применением тири-

PolotskSU

сторного источника питания оксидных покрытий толщиной до 100 мкм. В наших исследованиях оксидирование проводилось в водном растворе серной кислоты H_2SO_4. Покрытия придают поверхности улучшенные физико-механические характеристики, в том числе твердость, износо- и коррозийную стойкость, а также привлекательные декоративные свойства [1,2]. Основными технологическими параметрами процесса ВВЭО являются температура электролита (обычно в диапазоне 5-25 ° С) и плотность тока (от 1 до 5 А/дм^2).

Для анализа оксидного слоя на образцах из силумина (таблица) использовались оптический микроскоп МИ-1 (Планар) и спектрометр GD Profiler 2, в котором сочетаются тлеющий разряд и спектрометр оптической эмиссии. Располагаемый перед анодом образец является катодом. Пространство внутри анода вакуумируется, под воздействием электрического поля ионы аргона распыляют поверхность образца, частицы поступают в плазму, возбуждаются и попадают на детектор.

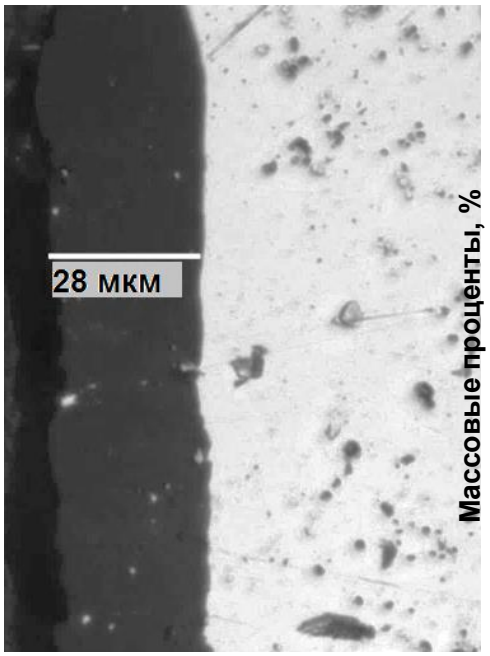
Таблица. – Химический состав исследованного силумина

Элемент	Al	Si	S	N	H	Cu	Fe	Mn
Мас. %	88,8	4,22	0,08	0,55	0,13	4,18	0,5	0,39

Результаты. С помощью оптической микроскопия выявлен оксидный слой на образце толщиной 28 мкм (рисунок 1). В оксидном покрытия формируются перпендикулярные поверхности поры, которые при повышении интенсивности протекания процесса роста слоя (благодаря управляемому росту плотности тока и температуры электролита) и его одновременного травления увеличиваются в диаметре. Размеры пор изменяются от ~20 мкм до ~250 мкм [2]. Максимальная микротвердость материала покрытия достигается при температуре электролита 5 ^{o}С, при увеличении температуры электролита микротвердость оксидированного слоя несколько уменьшается.

Анализ образца на спектрометре Profiler-2 позволил определить толщину выращенного слоя (порядка 28 мкм) и профиль концентрации химических элементов (алюминия, кислорода и азота) (рисунок 2). В поверхностном слое (толщиной около 3 мкм) обнаружено присутствие серы и азота. Наличие серы объясняется ее адсорбцией на поверхности оксидного слоя во время процесса его формирования. Алюминий в этом поверхностном слое практически отсутствует, с перемещением зоны анализа до глубины 30 мкм содержание серы, азота и кислорода резко уменьшается, а алюминия возрастает. Высокое содержание кислорода объясняется составом и пористостью алюмооксидного слоя Al_2O_3.

PolotskSU



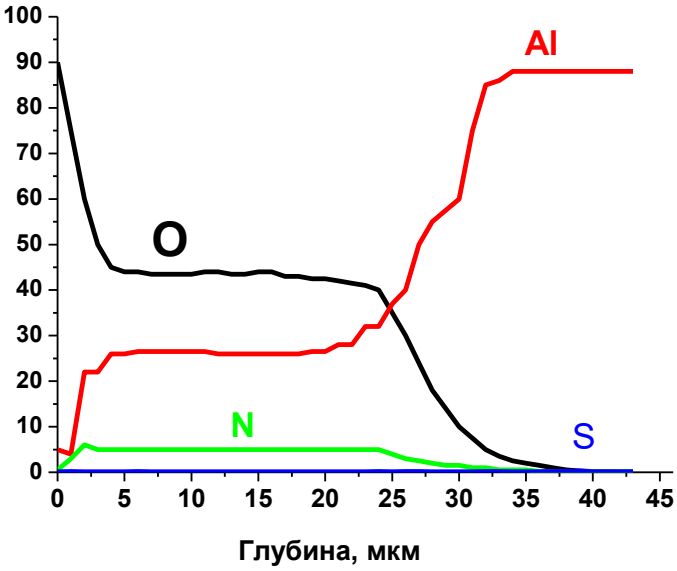


Рисунок 1. – Поперечное сечение образца

Рисунок 2. – Распределение элементов по глубине оксидированного силумина

Заключение. Метод высоковольтного электрохимического оксидирования сплавов алюминия дает возможность получения достаточно больших толщин твердого и плотного оксидного слоя, эффективной защиты от износа и коррозии.

Спектрометры тлеющего разряда – это простой и удобный способ определения распределения химических элементов в приповерхностных слоях различных однородных материалов, а также распределения химических элементов в многослойных образцах различной природы. Спектрометры тлеющего разряда находят все большее применение в задачах анализа покрытий. В научных исследованиях спектрометры тлеющего разряда могут найти применение в лабораториях, которые занимаются вопросами анализа тонких покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метод высоковольтного электрохимического оксидирования алюминия / Паршуто А. А [и др.] //Современные методы и технологии создания и обработки материалов. – 2011. – Кн. 2. – Р. 294 – 298.

2. Pobol I. Formation of the porous structure of oxide coatings on aluminum alloys by highvoltage electrochemical oxidation / Nanoscience and Technology: An International Journal. 2019. – V. 10, N 4. - P. 377-383.

PolotskSU

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)

ИнноТехМаш

Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

Об издании – 1, 2

PolotskSU

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:
Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются титульные листы презентаций докладов участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008
ISBN 978-985-531-691-7 © Полоцкий государственный университет, 2020

PolotskSU

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуевой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
http://www.psu.by