

УДК 66.087.7

Влияние частоты тока на физико-механические свойства оксидных пленок, сформированных на деформируемых сплавах алюминия в серной кислоте

Паршуто А.А., Степанова-Паршуто Е.А., Климова Е.А., Кохнюк В.Н.
Физико-технический институт НАН Беларуси

Аннотация:

Переменный ток различной формы и частоты широко используется как для изучения механизмов электродных процессов, так и в прикладных целях (интенсификация заряда аккумуляторов, электрохимическая подготовка поверхности деталей, получение металлических покрытий из чистых металлов и их сплавов, композиционных материалов, порошков оксидов металлов, органических и металлоорганических соединений) [1]. Как известно, применение периодических токов в гальванотехнике вызывает существенные изменения кинетических закономерностей осаждения тонкопленочных материалов и позволяет расширить границы их эксплуатационных свойств: улучшить адгезионную прочность покрытий с основой, уменьшить размер зерна, пористость и наводороживаемость, повысить микротвердость и износостойкость, снизить контактное сопротивление и увеличить коррозионную стойкость [2].

Текст доклада:

В настоящей работе мы рассмотрим применение нестационарного электрохимического процесса получения оксидных пленок на деформируемых сплавах алюминия в серной кислоте.

В качестве образцов для исследований использовали сплавы алюминия АД1 и Д16 (ГОСТ 4784-97), размерами 20×20×2 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав алюминиевых сплавов АД1 и Д16

Марка сплава	Массовая доля элементов, масс%									
	Al	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti	Si	Примеси
АД1	99,3	0,3	0,05	0,025	0,05	0,1	-	0,15	0,3	> 0,05; Всего 0,15
Д16	90,9 – 94,7	0,5	3,8- 4,9	0,3- 0,9	1,2- 1,8	0,25	0,1	0,15	0,5	Всего 0,15

Предварительная химическая подготовка поверхности образцов осуществлялась в различных растворах и состояла из следующих стадий: обезжиривание, травление, осветление. Обезжиривание проводили в вод-

ном растворе тринатрийфосфата и карбоната натрия при концентрации компонентов 4% и температуре процесса 50-60 °С. Травление проводили в водном 10% растворе гидроксида натрия и температуре 20-25 °С, в течении 10 мин. Последующее осветление осуществляли в растворе азотной кислоты 40 мас.%, в течении 30-40 с. После каждой стадии подготовки осуществлялась промывка в проточной воде.

Микротвердость образцов измеряли на автоматическом моторизованном микротвердомере AFFRI-DM8 (AFFRI, Италия) по ГОСТ 9450-76 (с. 46). Точность измерения HV - 0,1. Микротвердость образцов определялась алмазным индентором с пирамидой Виккерса, выдержка определения отпечатка составляла 11 с для получения точного размера отпечатка.

Процесс анодного оксидирования проводили на источнике питания R-SPS3010 с частотным генератором. Рабочее напряжение 20 В в потенциостатическом режиме. Оксидирование осуществляли в электролите следующего состава: 20 мас.%, серная кислота, остальное вода. Время обработки 30 мин, температура электролита 20 ± 1 °С.

В результате проведения электрохимического оксидирования сплава АД1 получили равномерные оксидные пленки толщиной 10-15 мкм независимо от выбранного режима обработки. На сплаве алюминия Д16 толщина оксидной пленки варьируется от 5 до 15 мкм в зависимости от частоты тока в процессе формирования оксидной плёнки.

Варьируемым параметром была выбрана частота импульсов, представленных в таблицах 2 и 3. На рисунке 1 представлена форма импульсов тока и напряжения в ходе оксидирования при частоте импульса 500 Гц. Определяющим фактором характеристики оксидных пленок является микротвердость. На рисунках 2 и 3 показаны графики зависимости микротвердости образцов полученных при различной частоте импульсов и при постоянном токе.



Рисунок 1 – Форма импульсов тока и напряжения при частоте 500 Гц для сплава АД1

Таблица 2 – Зависимость твердости сплава АД1 от частоты импульса

№ образца	1	2	3	4	5	6
Частота	10000	1000	500	333	250	200
№ образца	7	8	9	10	11	12
Частота	167	143	125	111	100	91
№ образца	13	14	15	16	17	18
Частота	83	77	71	67	63	59
№ образца	19	20	21	22		
Частота	56	53	50	Постоянный ток		

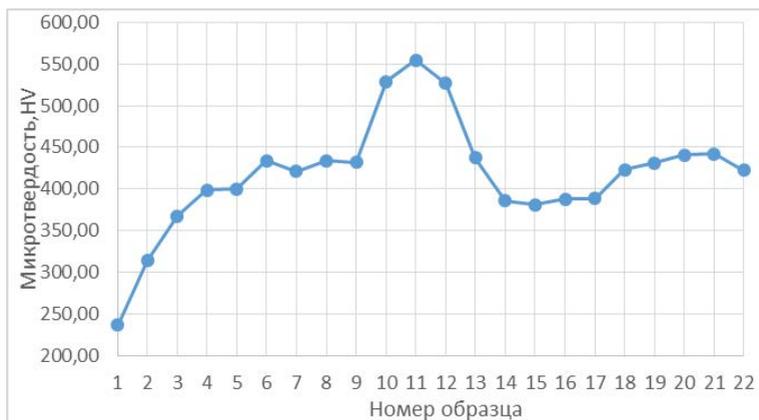


Рисунок 2- График зависимости микротвердости при различной частоте импульсов и при постоянном токе для сплава АД1

Из графика (рисунок 2) видно, что при частоте импульсов от 100 до 129 Гц (образцы 9-11) наблюдается характерный рост микротвердости на ~25% по сравнению с режимом обработки при постоянном токе (образец 22) на сплаве алюминия АД1. Для сплава Д16 (рисунок 3) повышение микротвердости с частотой 200 Гц (образец 5) и в диапазоне от 100 Гц до 125 Гц (образцы 8-10) наблюдается повышение на 60% и 30% соответственно по сравнению с постоянным током (образец 11).

Таблица 3 – Изменение твердости сплава Д16 от частоты импульса

№ образца	1	2	3	4	5	6
Частота	1000	500	333	250	200	167
№ образца	7	8	9	10	11	
Частота	143	125	111	100	постоянный ток	

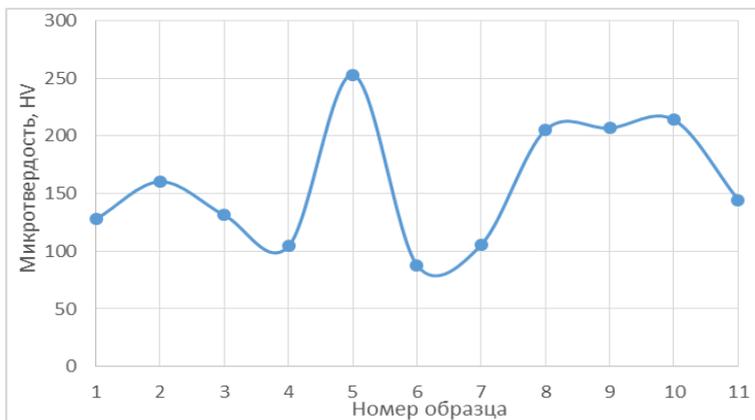


Рисунок 3- График зависимости микротвердости при различной частоте импульсов и при постоянном токе для сплава Д16

Таким образом, применение импульсной подачи тока в процессе анодного оксидирования деформируемых сплавов алюминия АД1 и Д16 положительно сказывается на микротвердости оксидного слоя. Возможность изменения частоты и скважности тока позволяет влиять на скорость протекания лимитирующих стадий электрохимических процессов за счет изменения концентрации компонентов вблизи поверхности обрабатываемого материала и смещения скоростей различных видов поляризаций при оксидировании. Возможность регулирования частоты и формы импульсов тока позволяет подобрать оптимальные режимы для получения оксидных слоев на деформируемых сплавах с заданными параметрами.

Литература

1. Килимник, А.Б. Электрохимические процессы на переменном токе / А.Б. Килимник, Е.Э. Дегтярев // Вестник ГГТУ. – 2006. – Том 12. №1А. – С. 92-106.
2. Хмыль, А.А. Гальванические покрытия в изделиях электроники / А.А. Хмыль, В.Л.Ланин, В.А. Емельянов.- Минск : Интегралполиграф, 2017. - 480 с.