

Хаустов А. В. // Защита металлов. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 352 **5.** Олейник С.В., Малыгина Е.М. // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 11. – С. 38. **6.** Олейник С.В., Кузнецов Ю.И., Кузенков Ю.А., Макарычев Ю.Б. // Коррозия: материалы и защита. – 2007. – № 3. – С. 28. **7.** Кузенков Ю.А., Олейник С.В. // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 11. – С. 38. **8.** Кузенков Ю.А., Олейник С.В., Трубецкая Л.Ф. // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 4. – С. 36. **9.** Снявский В.С. Коррозия и защита алюминиевых сплавов / В.С. Снявский, В.Д. Вальков, В.Д. Калинин. – М.: Металлургия, 1986. – 368 с.

Поступила в редколлегию 15.05.10

УДК 620.197

Ю.М. ЗИМИНА, ИФХЭ РАН, г. Москва, Россия

ЗАЩИТНЫЕ КОНВЕРСИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

В даний час застосування хроматних конверсійних електролітів обмежена через їх високу токсичність. У якості заміни хроматних розчинів пропонується використовувати лужні розчини, що містять різні модифікатори. В роботі розроблено універсальний розчин для оксидування, бесхроматний розчин ИФХАНАЛ-3, який дозволяє отримувати на магнійвмісних сплавах захисні конверсійні покриття. Електрохімічні дослідження у хлоридних середовищах показали, що комбінація оксидування сплавів у розчині ИФХАНАЛ-3 з наступним наповненням покривів в гарячій воді, інгібованому ИФХАН-25 дозволяє отримати покриття, що не уступає хроматному. Результати корозійних випробувань в 3 %-вому розчині хлориду натрію і камерах вологості соленого туману показали, що покриття, отримані в ИФХАНАЛ-3 не поступаються хроматним покриттям у своїх захисних властивостях.

В настоящее время использование хроматных конверсионных электролитов ограничено из-за их высокой токсичности. В качестве замены хроматным растворам предлагается использовать щелочные растворы для оксидирования, бесхроматный раствор ИФХАНАЛ-3, который позволяет получать на магнийсодержащих сплавах защитные конверсионные покрытия. Электрохимические исследования в хлоридных средах показали, что комбинация оксидирования сплавов в растворе ИФХАНАЛ-3 с последующим наполнением покрытий в горячей воде ингибированной ИФХАН-25 позволяет получать покрытия не уступающие хроматному. Результаты коррозионных исследований в 3 %-ном растворе хлорида натрия и камерах влажности соленого тумана показали, что покрытия, полученные в ИФХАНАЛ-3, не уступают хроматным покрытиям в своих защитных свойствах.

Currently application of the chromate converting formulation (CF) is limited because of their high toxicity. As replacement of chromate solutions it is offered to use the alkaline solutions containing various modifiers. The multipurpose solution for oxidation has been designed. The chromateless IFHANAL-3 so-

lution allows to receive on magnesium-containing alloys the protective conversion coatings (CC). Electrochemical researches in chloride-containing media have shown that the combination of oxidation of alloys in IFHANAL-3 solution with the subsequent filling of the coatings in the hot water, inhibiting by IFHAN-25 allows to obtain the coating is not inferior to chromate CC. Results of corrosion tests in 3 % NaCl solution and in humidity and salt spray chambers have shown that the coatings received in IFHANAL-3 CF on researched alloys do not concede to chromate coatings in their protective properties.

Для оксидирования алюминиевых сплавов в настоящее время предлагается использовать щелочные конвертирующие составы (КС), содержащие различные модификаторы [1 – 3] вместо токсичных хроматных КС. Однако, проблема разработки универсального состава для различных систем алюминиевых сплавов остаётся актуальной. Исследования бесхроматных КП на алюмомагниевого сплавах [4, 5], медьсодержащих алюминиевых сплавах системы Al-Mg-Cu [6, 7] и сплаве В95 [8] привели к разработке раствора ИФХАНАЛ-3. В настоящей работе исследована возможность получения защитных КП на алюминиевых сплавах с различным содержанием магния.

Методика эксперимента. КП получали на образцах из чистого алюминия и из магнийсодержащих алюминиевых сплавов 6063, 5154, 1550, 1561.

Образцы травили 1 мин в 10 %-ном растворе NaOH, осветляли 3 мин в 50 %-ном растворе HNO₃. После этого образцы погружали в конвертирующий раствор ИФХАНАЛ-3. Толщину КП оценивали по потере массы образцов после травления в стандартном хроматно-фосфатном растворе. Анодные поляризационные кривые на образцах сплавов с КП снимали в боратном буферном растворе (рН 7,36), содержащем 0,01М NaCl при $t = 20 \pm 2$ °С.

Поляризацию электродов (1 мВ/с) начинали с потенциала коррозии после 20 мин экспозиции их в исследуемом растворе.

Состав КП на поверхности сплава изучали методом рентгеноспектрального микроанализа (САМЕВАХ).

Коррозионные испытания проводили на образцах с КП в течение 15 сут в камере влажности Г-4 по ГОСТ 9.913-90.

В процессе испытаний осуществлялся ежедневный осмотр образцов, и фиксировалось время появления первых коррозионных поражений.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Потенциалы коррозии (E_k) сплавов 6063, 5154 и 1550 в процессе оксидирования в конвертирующем составе ИФХАНАЛ-3 сопоставимы или ниже по сравнению с технически чистым алюминием АВ00 (рис. 1), что связано с наличием в таких

сплавах более электроотрицательных относительно их основы интерметаллидов типа Al_3Mg_2 , Al_2MgS [9].

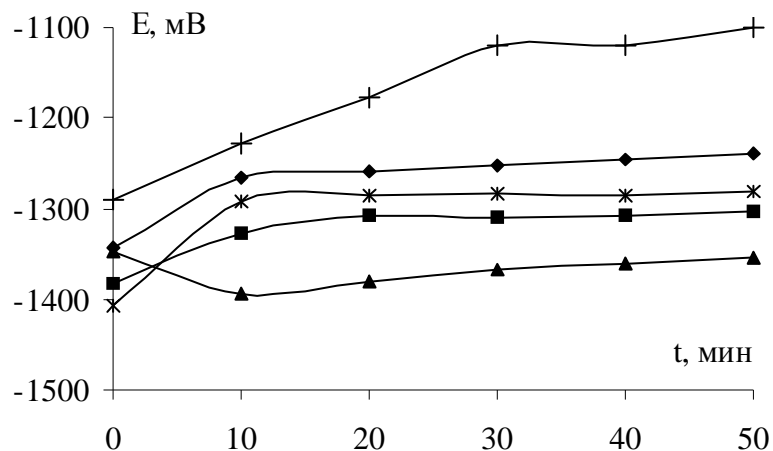


Рис. 1. Хронопотенциометрические кривые при оксидировании в растворе ИФХАНАЛ-3 для сплавов 1010 (1), 6063 (2), 5154 (3), 1550 (4), 1561 (5).

По-видимому, это обусловлено преимущественным растворением этих фаз. Подобный характер растворения сплавов типа АМг наблюдался при оксидировании в щелочных молибдатсодержащих КС [10]. При этом с увеличением содержания магния в сплаве наблюдалось обогащение образующихся КП оксигидроксидами магния. Так, например, содержание последних в КП на сплаве АМг-6 достигало 15 %.

Представляется логичным предположить, что превышение определенного предела магнийсодержащих фаз в сплаве приводит к быстрому накоплению оксигидроксида магния в КП и связанным с ним торможением его анодного растворения в процессе оксидирования.

Это предположение согласуется с заметным повышением E_k сплава 1561 и снижением толщины КП (табл. 1), по сравнению со сплавом 1550, при его оксидировании в исследуемом КС.

После 50 мин оксидирования в щелочном растворе ИФХАНАЛ-3 на всех исследуемых сплавах сформировались хорошо сцепленные с подложкой КП серого цвета. С увеличением содержания магния в этих сплавах до 5 % прослеживается тенденция роста толщина покрытия (табл. 1).

Это объясняется тем что, скорость растворения сплава с повышением содержанием магния увеличивается, при этом в приэлектродном слое растет концентрация алюминатов, что облегчает образование составляющего основу КП оксида алюминия по реакции: $Al(OH)_4^- \rightarrow AlOON + H_2O + OH^-$. Косвенным

подтверждением этого является и симбатное повышение значения соотношения $\Delta m_{\text{пл}}/\Delta m_{\text{общ}}$ (табл. 1), где $\Delta m_{\text{общ}}$ – общая убыль массы образца сплава после удаления КП, а $\Delta m_{\text{пл}}$ – доля растворенного металла, пошедшего на образование оксида.

Таблица 1

Зависимость толщин КП от содержания магния в сплаве

Сплав	Кол-во Mg в сплаве, % масс	Толщина, мкм	Кол-во $\Delta Al_{\text{в пленке}}/\Delta Al_{\text{раств}}, \%$
АВ00 (1010)	0,03	1,27	8,55
6063	0,45–0,9	2,57	13,36
5154	3,1–3,9	3,79	17,28
1550	4,8–5,8	5,03	22,25
1561	5,5–6,5	3,86	28,38

Результаты электрохимических исследований показали, что потенциалы локальной анодной активации исследуемых сплавов с КП ($E_{\text{пр}}$), полученных в растворе ИФХАНАЛ-3, в хлоридсодержащем боратном буфере были ниже по сравнению с таковыми для хроматных покрытий (рис. 2).

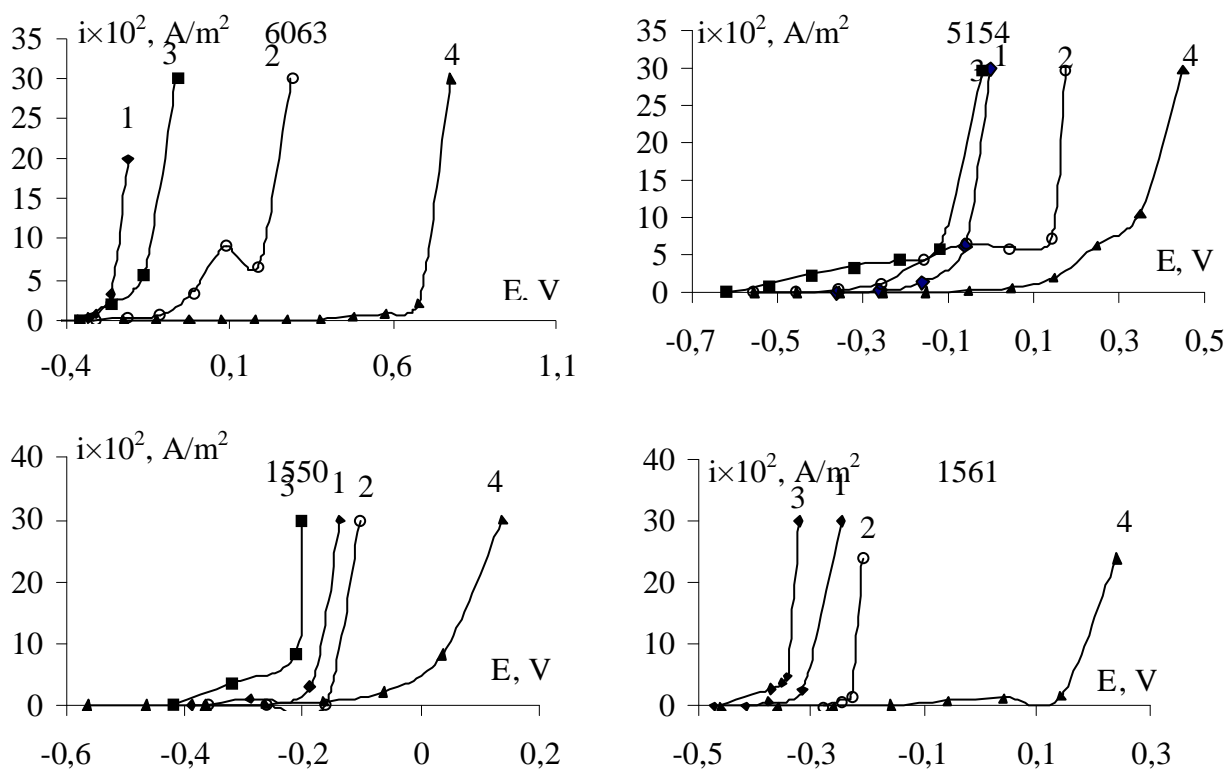


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые на магнийсодержащих алюминиевых сплавах без покрытия (1) и с КП, полученными в хроматном растворе (2) и в ИФХАНАЛ-3 (3) и наполненными в растворе ИФХАН-25 (4).

Однако наполнение полученных КП на исследуемых сплавах (рис. 2) в растворе ингибитора ИФХАН-25 приводит к значительному сдвигу $E_{пр}$ в положительную сторону.

Следует отметить, что наполненные ингибитором ИФХАН-25 КП превосходили по величине $E_{пр}$ хроматные покрытия в случае покрытий, формирующихся на остальных магнийсодержащих сплавах.

Коррозионные испытания в камере влажности Г-4 магнийсодержащих алюминиевых сплавов 6063, 5154, 1550, 1561 с КП, полученными в растворе ИФХАНАЛ-3, показали высокую коррозионную стойкость этих покрытий. В течение 15 сут, испытаний на образцах с данным КП не образовалось ни одного питтинга, а на образцах с хроматным КП уже на вторые сутки испытаний наблюдалось значительное количество питтингов.

Выводы.

Сочетание химического оксидирования магнийсодержащих алюминиевых сплавов 6063, 5154, 1550, 1561 в конвертирующем растворе ИФХАНАЛ-3 с последующим наполнением образованных конверсионных покрытий в растворе ингибитора ИФХАН-25 повышает их защитные свойства до уровня хроматных покрытий.

Список литературы. 1. Олейник С.В., Малыгина Е.М., Зими́на Ю.М. // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 2. – С. 29. 2. Олейник С. В., Зими́на Ю.М. // Коррозия: материалы и защита. – 2008. – № 10. – С. 35 – 40. 3. Zimina Yu.M. Chromateless conversion coatings on 6063 and 5154 aluminium alloys / Yu.M. Zimina, S.V. Oleynik // The European corrosion congress «Eurocorr-2009» – Nice, France, 2009; CD with full text of paper. – P. 7890. 4. Кузнецов Ю. И., Олейник С. В., Хаустов А. В. // Защита металлов. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 352 – 356. 5. Олейник С.В., Малыгина Е.М. // Коррозия: материалы, защита. – 2007. – № 11. – С. 38. 6. Олейник С.В., Кузнецов Ю.И., Кузенков Ю.А., Макарычев Ю.Б. // Коррозия: материалы и защита. – 2007. – № 3. – С. 28. 7. Кузенков Ю.А., Олейник С.В. // Коррозия: материалы, защита. – 2008. – № 11. – С. 38. 8. Кузенков Ю.А., Олейник С.В., Трубецкая Л.Ф. // Коррозия: материалы, защита. – 2009. – № 4. – С. 36. 9. Хэтч Дж.Е. Алюминий. Свойства и физическое металловедение: справочник / Дж.Е. Хэтч. – М.: Металлургия, 1989. – 422 с. 10. Олейник С. В., Ю. И. Кузнецов, Е. М. Малыгина. // Коррозия: материалы, защита. – 2006. – № 3. – С. 38.

Поступила в редколлегию 15.05.10