

УДК: 669.715.620.193

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА АК1М2, ЛЕГИРОВАННОГО СКАНДИЕМ

© 2012 Х.Х. Ниязов¹, И.Н. Ганиев², А.Э. Бердиев², Б.Б. Эшов¹, М.Т. Норова¹

¹ Государственное научно-экспериментальное и производственное учреждение Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе

² Институт химии им. В. И. Никитина АН Республики Таджикистан, г. Душанбе

Поступила в редакцию 24.01.2012

Потенциодинамическим методом исследовано коррозионно-электрохимическое поведение сплава АК1М2, легированного скандием в среде электролита NaCl. Показано, что добавки скандия уменьшают скорость коррозии исходного сплава в 1 – 1,5 раза в электролите NaCl.

Ключевые слова: АК1М2, скандий; коррозионно-электрохимическое поведение, NaCl, коррозия.

Ускоренные коррозионные испытания при научно обоснованном их планировании являются составной частью действенных и высокоинформативных средств быстрого поиска и отбора наиболее коррозионноустойчивых материалов. Результаты этих испытаний позволяют в сжатые сроки дать сравнительную количественную оценку опасности усиления коррозии под воздействием отдельных внешних и внутренних факторов, определяющих коррозионное поведение уже функционирующих, модифицируемых или вновь создаваемых защитных систем.

Использование скандия в качестве легирующего компонента к алюминиевым сплавам определяется его высокой твёрдостью 1300НВ, (самый твёрдый в ряду РЗМ), хорошей теплопроводностью и электрическими, механические свойствами [1].

На диаграмме состояния Al-Sc со стороны алюминия имеется место протекание эвтектической реакции $\text{Ж} \rightarrow \text{Al} + \text{ScAl}_3$ при концентрации 0.5–0.6 масс.% Sc и температуре 655°C. Растворимость скандия в твёрдом алюминии составляет 0.27 масс.% при эвтектической температуре. Присадки скандия увеличивают прочность сплавов. Известно так же, что скандий служит пре-красным модификатором алюминия [2].

Для получения сплавов были использованы особочистый алюминий марки АН6. Сплавы алюминия были получены в вакуумной печи со-

противления типа СНВЭ – 1,3 1/16 ИЗ в атмосфере гелия под избыточным давлением 0.5 мПа. Шихтовка сплавов проводилась с учётом угара металлов. Легирование сплавов лигатурой осуществляли в открытых шахтных печах типа СШОЛ. Состав полученных сплавов выборочно контролировался химическим анализом, а так же взвешиванием образцов до и после сплавления.

Из полученного расплава для исследования коррозионно-электрохимических свойств отливались цилиндрические образцы диаметром 8-10 мм и длиной 60-100 мм, боковая часть которых изолировалась так, что рабочей площадью служил торец электрода. Каждый образец предварительно отшлифовывали, обезжиривали спиртом и погружали в исследуемый раствор NaCl марки ЧДА (ГОСТ 4233-77) для установления бестокового потенциала коррозии.

Электрохимические исследования проводились на потенциостате ПИ-50-1 в потенциодинамическом режиме со скоростью развёртки 2 мВ/с с выходом на программатор ПР-8 и самозаписью на ЛКД-4. Электродом сравнения служил хлорсеребряный, вспомогательным – платиновый.

Результаты исследования сплавов представлены на рис. 1 и табл. 1-3. Временная зависимость потенциала свободной коррозии сплава АК1М2, легированного различным количеством скандия, в средах 3.0; 0.3 и 0.03%-ного NaCl показывает, что не зависимо от концентрации скандия, состава электролита и времени, характерно резкое смещение потенциала свободной коррозии в положительную область в начальном этапе. Наибольший сдвиг потенциала наблюдается у сплава, содержащего 0.05 масс.% скандия. Так, после одного часа выдержки в растворе электролита 3%-ного NaCl величина потенциала свободной коррозии сплава, содержащего 0.005

Ганиев Изатулло Наврузович, академик АН Республики Таджикистан, доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией «Коррозионноустойчивые материалы». E-mail: ganiev48@mail.ru

Эшов Бахтиер Бадалович, ведущий научный сотрудник. E-mail: ishov1967@mail.ru

Бердиев Асадулло Эгамович, старший научный сотрудник лаборатории «Коррозионноустойчивые материалы». E-mail: berdiev75@mail.ru

Норова Муаттар Турдиевна, старший научный сотрудник Ниязов Хамза Хамрокулович, научный сотрудник

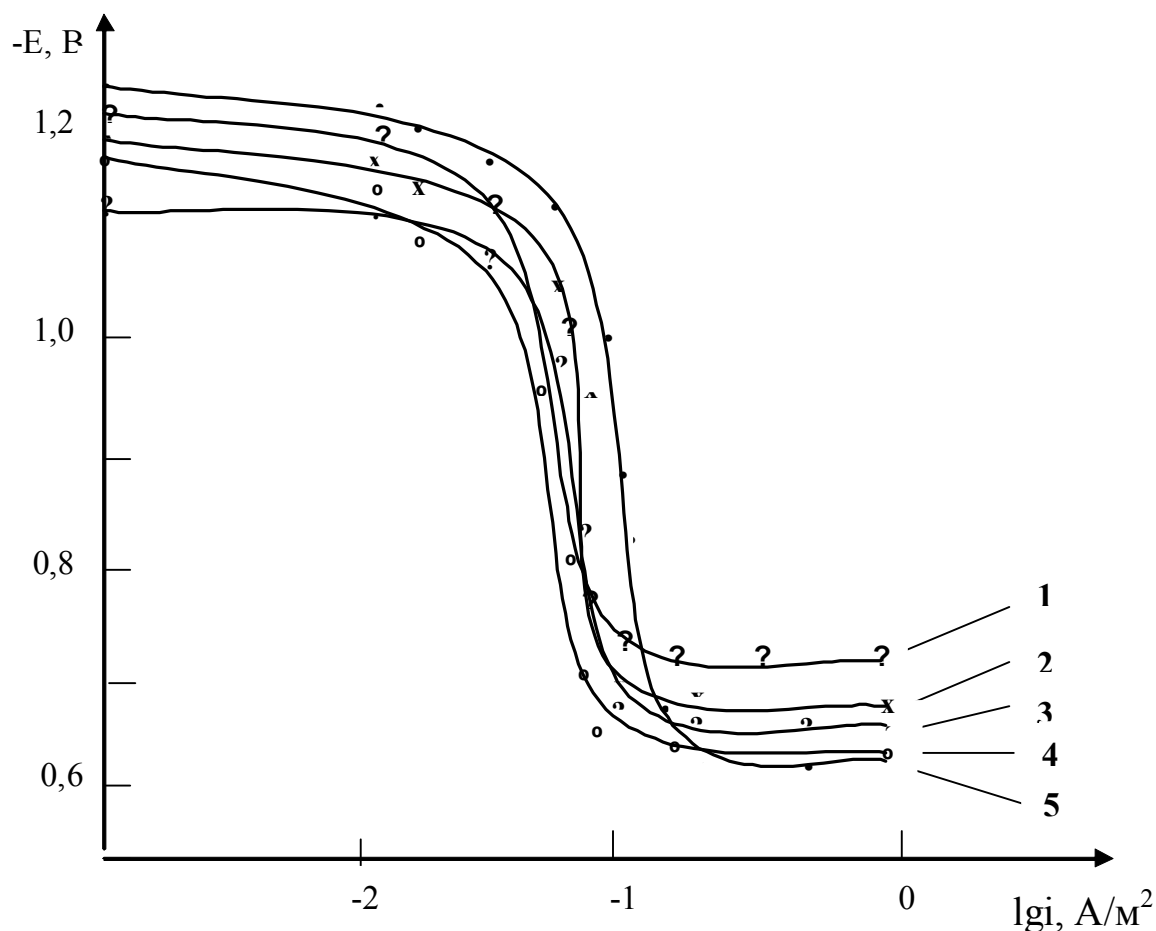


Рис. 1. Потенциодинамические анодные поляризационные кривые (2 мВ/с) сплава АК1М2 (1), содержащего скандия, масс.‰: 0.005(2); 0.05(3); 0.1(4); 0.5(5) в среде электролита 3%-ного NaCl при 298К

масс.‰ скандия равняется -0.656В , а у сплава легированного 0.05 масс.‰ скандия, составляет -0.645В . Подобная тенденция имеет место во всех трёх исследованных средах (табл. 1).

Дальнейший рост концентрации скандия приводит к смещению потенциала свободной коррозии в область отрицательных значений.

Приведённые в табл. 2 результаты коррозионно-электрохимических испытаний указывают на то, что добавки скандия в пределах 0.005-0.05 масс.‰ смещают в положительную область потенциал коррозии. С увеличением концентрации хлорид-ионов потенциал коррозии смещается в отрицательную область, что свидетельствует о снижении коррозионной стойкости сплавов с ростом агрессивности коррозионной среды. Это подтверждается расчётом скорости коррозии сплавов из катодной ветви потенциодинамических кривых.

Результаты представлены в табл. 2. Как видно, добавки скандия до 0.05 масс.‰ во всех исследованных средах повышают коррозионную стойкость сплавов до 1.5 раза.

В табл. 3 обобщены величины потенциала питтингообразования сплавов в зависимости от

концентрации электролита NaCl и легирующей добавки. С увеличением концентрации хлорид-ионов потенциал питтингообразования, как и потенциал коррозии сплавов, смещается в отрицательную область. В среде 0.03% NaCl добавки скандия увеличивают потенциал питтингообразования сплавов, делая их тем самым более питтингоустойчивыми. В других исследованных средах данная закономерность также имеет место.

На рис. 1 представлены анодные поляризационные кривые сплава АК1М2, содержащего различное количество скандия в среде 3%-ного раствора NaCl, полученное после предварительной катодной обработки. Таким образом, было исключено влияние оксидной плёнки. Из рисунка видно, что добавки скандия несколько изменяют ход анодной кривой, которые располагаются в положительную область значений потенциалов. Потенциал питтингообразования, при этом также повышается, с увеличением концентрации легирующего компонента до 0.5%.

Таким образом, установлено, что добавки скандия в пределах 0.005-0.1масс.‰ могут использоваться для улучшения коррозионной стойкости сплава АК1М2.

Таблица 1. Временная зависимость потенциала (-Е, В) свободной коррозии сплава АК1М2, от содержания скандия в среде 0.03%-ного (числитель) и 3%-ного (знаменатель) NaCl

Время выдержки, мин.	Содержание скандия, масс. %				
	0.0	0.005	0.05	0.1	0.5
0	<u>0.980</u>	<u>0.964</u>	<u>0.950</u>	<u>0.990</u>	<u>1.010</u>
	1.090	1.050	1.008	1.075	1.084
1/8	<u>0.925</u>	<u>0.914</u>	<u>0.890</u>	<u>0.930</u>	<u>0.940</u>
	1.050	1.015	0.966	0.999	1.040
1/4	0.900	0.870	0.860	0.860	0.890
	1.025	0.964	0.938	0.945	1.010
1/2	<u>0.860</u>	<u>0.830</u>	<u>0.830</u>	<u>0.820</u>	<u>0.830</u>
	1.00	0.914	0.910	0.905	0.990
1	<u>0.815</u>	<u>0.750</u>	<u>0.810</u>	<u>0.806</u>	<u>0.810</u>
	0.985	0.870	0.890	0.874	0.970
2	<u>0.780</u>	<u>0.700</u>	<u>0.730</u>	<u>0.762</u>	<u>0.775</u>
	0.954	0.830	0.846	0.805	0.925
3	<u>0.775</u>	<u>0.670</u>	<u>0.680</u>	<u>0.668</u>	<u>0.750</u>
	0.897	0.786	0.816	0.774	0.818
4	<u>0.740</u>	<u>0.630</u>	<u>0.650</u>	<u>0.630</u>	<u>0.734</u>
	0.870	0.770	0.795	0.763	0.796
5	<u>0.720</u>	<u>0.600</u>	<u>0.625</u>	<u>0.614</u>	<u>0.712</u>
	0.830	0.764	0.780	0.760	0.770
10	<u>0.700</u>	<u>0.592</u>	<u>0.590</u>	<u>0.608</u>	<u>0.680</u>
	0.797	0.756	0.727	0.745	0.750
15	<u>0.670</u>	<u>0.580</u>	<u>0.572</u>	<u>0.588</u>	<u>0.675</u>
	0.790	0.734	0.708	0.723	0.730
20	<u>0.640</u>	<u>0.515</u>	<u>0.565</u>	<u>0.570</u>	<u>0.620</u>
	0.784	0.714	0.678	0.711	0.719
25	<u>0.632</u>	<u>0.562</u>	<u>0.557</u>	<u>0.565</u>	<u>0.610</u>
	0.777	0.688	0.668	0.708	0.710
30	<u>0.615</u>	<u>0.556</u>	<u>0.544</u>	<u>0.560</u>	<u>0.608</u>
	0.770	0.674	0.650	0.705	0.707
40	<u>0.605</u>	<u>0.550</u>	<u>0.540</u>	<u>0.560</u>	<u>0.600</u>
	0.760	0.658	0.645	0.690	0.700
50	<u>0.600</u>	<u>0.550</u>	<u>0.540</u>	<u>0.560</u>	<u>0.600</u>
	0.760	0.656	0.645	0.680	0.695
60	0.600	0.550	0.540	0.560	0.600
	0.760	0.656	0.645	0.680	0.695

Таблица 2. Коррозионно-электрохимические характеристики сплава АК1М2, легированного скандием, в среде электролита 3%-ного NaCl

Среда	Содержание скандия, масс. %	Электрохимические свойства				Скорость коррозии	
		-Е св.кор.	-Е кор.	-Е п.о	-Е рп.	i _{корр.2} А/м ²	K·10 ⁻³ , г/м ² ·час
		В					
0.03% NaCl	0.0	0.600	1.090	0.580	0.660	0.016	5.36
	0.005	0.550	1.620	0.420	0.620	0.0158	5.29
	0.05	0.540	1.840	0.410	0.610	0.0142	4.76
	0.1	0.560	1.020	0.400	0.615	0.0148	4.96
	0.5	0.600	1.810	0.400	0.610	0.0155	5.14
0.3% NaCl	0.0	0.700	1.125	0.600	0.720	0.018	6.03
	0.005	0.630	1.070	0.570	0.680	0.0166	5.56
	0.05	0.618	1.095	0.550	0.660	0.0158	5.29
	0.1	0.638	0.977	0.600	0.654	0.0172	5.76
	0.5	0.665	0.903	0.610	0.622	0.0190	6.36
3% NaCl	0.0	0.760	1.208	0.700	0.725	0.024	8.04
	0.005	0.656	1.188	0.645	0.780	0.0238	7.97
	0.05	0.645	1.124	0.640	0.720	0.0166	5.56
	0.1	0.680	1.145	0.620	0.710	0.0190	6.36
	0.5	0.695	1.210	0.610	0.700	0.0193	6.46

Таблица 3. Потенциал питтингообразования ($-E_{\text{п.о.}}$) сплава АК1М2, легированного скандием при различной концентрации NaCl

Содержание скандия, масс. %	0.03%	0.3%	3.0%
0.0	0.580	0.660	0.700
0.05	0.420	0.570	0.645
0.05	0.410	0.550	0.640
0.1	0.400	0.600	0.620
0.5	0.400	0.610	0.610

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калачёв Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И.* Металловедение и термообработка цветных металлов. М. :

Металлургия, 1981. 416 с.

2. *Умарова Т.М., Ганиев И.Н.* Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. Душанбе: ДОНИШ, 2007. 147 с.

ANODE BEHAVIOUR OF THE ALLOY AK1M2, DOPING SCANDIUM

© 2012 H.H. Niyazov¹, I.N. Ganiev², A.E. Berdiev², B.B. Eshov¹, M.T. Norova¹.

¹ State Scientifically-Experimental and Production Institution
of Academies of the Sciences of the Republic Tadjikistan

² Institute of Chemistries named after V. I. Nikitin AN Republics Tadjikistan

Investigated by potentiodynamic method corrosion of electrochemical behaviour of the alloy AK1M2, alloying scandium in ambience of the electrolyte NaCl. It is shown that additives scandium reduce the velocity to corrosions of the source alloy in 1 - 1,5 times in electrolyte NaCl.

Key words: AK1M2; scandium; electrochemical behaviour electrolyt 0.03 %; 0.3 % and 3 % NaCl; corrosion.

Izatullo Ganiev, Academician of Academy of Sciences of the Republic Tajikistan, Doctor of Chemistry, Professor, Head at the Corrosion-Resistant Materials Laboratory.

E-mail: ganiev48@mail.ru

Bakhtiyor Eshov, Leading Research Fellow.

E-mail: ishov1967@mail.ru

Asadkul Berdiev, Senior Fellow. E-mail: berdiev75@mail.ru

Muattar Norova, Senior Fellow.

Hamza Niyazov, Research Fellow