

**АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СВИНЦА
С ПРАЗЕОДИМОМ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl**

© 2014 М.Р. Восиев, И.Н. Ганиев, Х.А. Махмадуллоев

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

Поступила в редакцию 15.05.2013

Потенциостатическим методом исследовано коррозионно-электрохимическое поведение сплава свинца, легированного празеодимом в среде электролита NaCl. Показано, что добавки празеодима уменьшают скорость коррозии свинца в 2 раза в электролите NaCl.

Ключевые слова: свинец, празеодим, электрохимическое поведение, коррозионная стойкость, электролит NaCl, питтингоустойчивость.

По мере расширения сферы и ужесточения условий использования металлов становится все более очевидным, что с помощью одних только эмпирических методов, даже существенно усовершенствованных, можно решить весьма ограниченный круг задач, и что основой дальнейшего прогресса в этой области должны стать фундаментальные исследования процессов коррозии.

Свинец встречается в природе в виде минерала галенита PbS. В электрохимическом ряду напряжений металлов свинец стоит перед водородом. Свинец и его сплавы используют для изготовления защитных оболочек электрических кабелей, оборудования для использования серной кислоты, изготовления подшипников, аккумуляторов, применяют как основу для изготовления типографического материала.

Система Pb–Pг характеризуется широкой областью несмешиваемости в жидком состоянии и отсутствием соединений между празеодимом и свинцом. В системе имеют место монотектическое и эвтектическое превращения. Температура монотектического превращения близка к температуре плавления празеодима (она ниже ее всего лишь на 1,5 °С). Температура эвтектического превращения близка к температуре плавления свинца (ниже на 0,5 °С). Большая часть исследований посвящена определению положения кривой несмешиваемости двух жидкостей Ж1 и Ж2 при различных температурах [1].

Для приготовления двойных сплавов свинца с празеодимом нами были использованы свинец

марки С2 (ГОСТ 3778-98), празеодим марки М-1 (ГОСТ ТУ 48-4-215-72). Содержание празеодима в сплавах со свинцом составляло, мас. %: 0,005; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5.

Коррозионно-электрохимическое исследование проводили потенциостатическим методом на потенциостате ПИ-50-1 с программатором ПР-8 в среде электролита NaCl со скоростью развертки потенциала $2\text{мВ} \cdot \text{с}^{-1}$ по методикам, описанным в работе [2]. В качестве электрода сравнения использовали хлорсеребряный, а вспомогательным – платиновый. Все значения потенциалов приведены относительно этого электрода. Результаты исследования представлены в табл. 1, 2 и на рис.1, 2.

В табл. 1 и на рис.1 представлены зависимость потенциала свободной коррозии во времени для сплавов свинца с празеодимом в средах 0,03%, 0,3% и 3% -ного электролита NaCl. Видно, что как для исходного свинца, так и для его сплавов с празеодимом независимо от времени характерно смещение потенциала свободной коррозии в положительную область в начальном этапе. При этом, для чистого свинца и его сплавов стабилизация потенциала свободной коррозии наблюдается в течение 30 - 40 мин, что свидетельствует об относительно высокой их пассивации под воздействием добавок празеодима. Как следует из этого, с увеличением содержания празеодима в свинце потенциал свободной коррозии образцов сплавов смещается в положительную область.

Наиболее положительное значение потенциала (-0,484В) в среде 0,03% NaCl имеет сплав, легированный 0,05 мас.% празеодимом. Добавки празеодима независимо от его количества увеличивают потенциал свободной коррозии свинца.

С целью выяснения механизма процесса коррозии и оценки коррозионной стойкости сплавов в растворе NaCl проведены электрохимические исследования в потенциодинамическом режиме

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

Восиев Манучехр Рахимович, научный сотрудник.
E-mail: saratok@bk.ru

Махмадуллоев Хайрулло Амонulloевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник.
E-mail: sanoat_65@mail.ru

Таблица 1. Временная зависимость потенциала свободной коррозии (-E,В) сплавов системы Pb-Pg в среде 0,03% (числитель) и 0,3%-ного (знаменатель) раствора NaCl

t, минут	Содержание празеодима, мас. %					
	-	0,005	0,01	0,05	0,1	0,5
0	$\frac{0.600}{0.665}$	$\frac{0.600}{0.630}$	$\frac{0.575}{0.600}$	$\frac{0.560}{0.580}$	$\frac{0.555}{0.560}$	$\frac{0.567}{0.574}$
1/8	$\frac{0.640}{0.654}$	$\frac{0.589}{0.612}$	$\frac{0.568}{0.590}$	$\frac{0.550}{0.569}$	$\frac{0.550}{0.550}$	$\frac{0.562}{0.550}$
1/4	$\frac{0.635}{0.630}$	$\frac{0.576}{0.608}$	$\frac{0.560}{0.581}$	$\frac{0.546}{0.569}$	$\frac{0.554}{0.544}$	$\frac{0.558}{0.555}$
1/2	$\frac{0.614}{0.615}$	$\frac{0.570}{0.600}$	$\frac{0.550}{0.579}$	$\frac{0.540}{0.558}$	$\frac{0.550}{0.540}$	$\frac{0.555}{0.549}$
1	$\frac{0.590}{0.605}$	$\frac{0.564}{0.586}$	$\frac{0.554}{0.570}$	$\frac{0.536}{0.554}$	$\frac{0.542}{0.530}$	$\frac{0.548}{0.540}$
3	$\frac{0.570}{0.505}$	$\frac{0.552}{0.577}$	$\frac{0.536}{0.566}$	$\frac{0.530}{0.535}$	$\frac{0.535}{0.530}$	$\frac{0.540}{0.538}$
5	$\frac{0.560}{0.580}$	$\frac{0.548}{0.570}$	$\frac{0.527}{0.560}$	$\frac{0.525}{0.527}$	$\frac{0.530}{0.526}$	$\frac{0.533}{0.535}$
10	$\frac{0.545}{0.572}$	$\frac{0.540}{0.563}$	$\frac{0.520}{0.554}$	$\frac{0.518}{0.520}$	$\frac{0.522}{0.529}$	$\frac{0.527}{0.532}$
15	$\frac{0.533}{0.560}$	$\frac{0.540}{0.530}$	$\frac{0.548}{0.516}$	$\frac{0.514}{0.510}$	$\frac{0.520}{0.518}$	$\frac{0.530}{0.520}$
20	$\frac{0.530}{0.555}$	$\frac{0.518}{0.536}$	$\frac{0.516}{0.540}$	$\frac{0.510}{0.509}$	$\frac{0.508}{0.519}$	$\frac{0.510}{0.530}$
30	$\frac{0.528}{0.550}$	$\frac{0.514}{0.530}$	$\frac{0.505}{0.536}$	$\frac{0.494}{0.505}$	$\frac{0.500}{0.518}$	$\frac{0.508}{0.530}$
40	$\frac{0.524}{0.545}$	$\frac{0.512}{0.528}$	$\frac{0.502}{0.520}$	$\frac{0.488}{0.502}$	$\frac{0.495}{0.518}$	$\frac{0.508}{0.530}$
50	$\frac{0.524}{0.543}$	$\frac{0.510}{0.524}$	$\frac{0.500}{0.515}$	$\frac{0.484}{0.500}$	$\frac{0.490}{0.518}$	$\frac{0.508}{0.530}$
60	$\frac{0.524}{0.543}$	$\frac{0.510}{0.524}$	$\frac{0.500}{0.515}$	$\frac{0.484}{0.500}$	$\frac{0.490}{0.518}$	$\frac{0.508}{0.530}$

при скорости развертки потенциала 2 мВ/с. Результаты исследования обобщены в табл. 2 и на рис. 2.

Что касается электрохимических характеристик исследованных сплавов в вышеуказанных условиях, то можно проследить следующую закономерность: в целом потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации при легировании свинца празеодимом смещаются в более положительную область (табл. 2).

Зависимость скорости коррозии свинцового сплава от концентрации празеодима показывает, что с увеличением концентрации последнего стойкость сплавов к электрохимической коррозии растет. С ростом концентрации хлор – ионов

в электролите все электрохимические потенциалы ($-E_{кор}$, $-E_{п.о}$, $-E_{реп.}$) смещаются в положительную область значений, что в целом способствует уменьшению скорости коррозии сплавов почти в 2 раза.

На рис. 2 представлены анодные ветви потенциодинамических кривых сплавов системы Pb – Pg, полученные после предварительной катодной обработки в среде электролита NaCl различной концентрации. Из рисунка видно, что легирование свинца празеодимом изменяет ход анодных кривых в сторону меньших значений токов и в более положительную область значений потенциалов, что в целом способствует снижению скорости коррозии сплавов. По мере роста концен-

Таблица 2. Коррозионно – электрохимические характеристики сплавов системы Pb-Pt в среде электролита NaCl

Среда	Содержание празеодима, мас. %.	Электрохимические свойства				Скорость коррозии	
		-E _{св.кор.}	-E _{кор.}	-E _{п.о.}	-E _{рп.}	$i_{кор} \cdot 10^{-2}$, А/М ²	$K \cdot 10^{-3}$, г/М ² .час
		В					
0.03% NaCl	-	0,524	0,712	0,380	0,450	0,80	15,44
	0,005	0,510	0,700	0,370	0,444	0,72	13,90
	0,01	0,500	0,688	0,366	0,432	0,60	11,58
	0,05	0,484	0,660	0,360	0,424	0,50	9,65
	0,1	0,490	0,650	0,350	0,415	0,42	8,10
	0,5	0,508	0,638	0,344	0,410	0,38	7,33
0.3% NaCl	-	0,543	0,720	0,420	0,510	0,85	16,40
	0,005	0,528	0,700	0,400	0,510	0,77	14,86
	0,01	0,515	0,680	0,385	0,500	0,65	12,55
	0,05	0,500	0,664	0,370	0,480	0,53	10,23
	0,1	0,518	0,650	0,355	0,466	0,45	8,69
	0,5	0,530	0,642	0,340	0,460	0,40	7,72
3% NaCl	-	0,562	0,780	0,450	0,548	0,98	18,91
	0,005	0,535	0,776	0,425	0,500	0,90	17,37
	0,01	0,527	0,752	0,410	0,480	0,82	15,82
	0,05	0,525	0,680	0,400	0,450	0,75	14,48
	0,1	0,537	0,690	0,380	0,468	0,68	13,12
	0,5	0,538	0,700	0,370	0,475	0,55	10,62

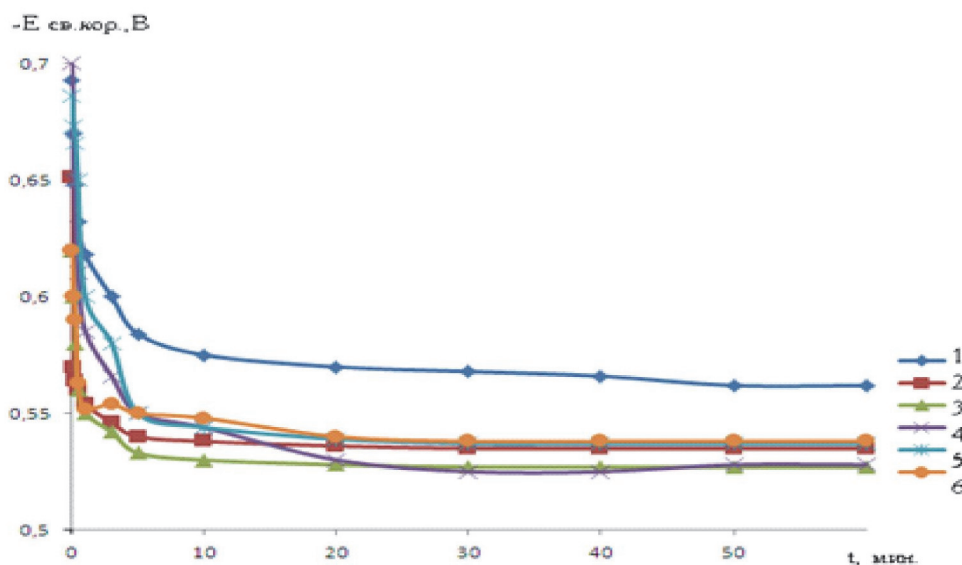


Рис. 1. Временная зависимость потенциала свободной коррозии сплавов системы Pb-Pt, содержащих празеодима, мас. %: 0,0 (1); 0,005 (2); 0,01 (3); 0,05 (4); 0,1 (5) и 0,5 (6) в среде электролита 3%-ного NaCl

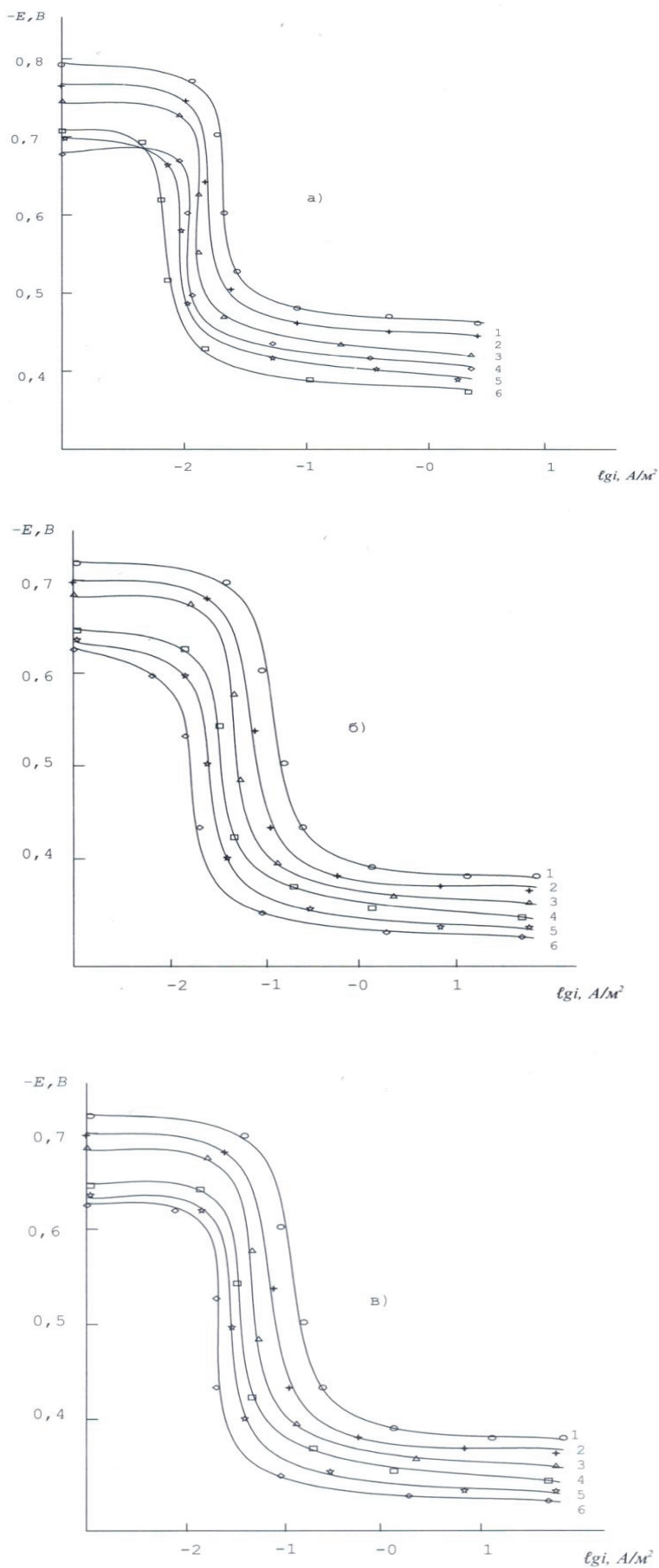


Рис. 2. Анодные ветви потенциодинамических кривых сплавов свинца с празеодимом в среде 3% (а), 0,3% (б) и 0,03%-ного (в) электролита NaCl, мас.% Pr: 0,0 (1), 0,005 (2), 0,01(3), 0,05 (4), 0,1 (5), 0,5 (6)

трации хлорид ионов в электролите скорость коррозии сплавов увеличивается (табл. 2).

Таким образом, показано, что добавки празеодима к свинцу эффективно уменьшают величину плотности тока коррозии, что связано с образующейся более плотной защитной пленкой на поверхности сплавов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Massalski B.* Binary Alloy phase Diagrams/ V.4. 1987. 295 с.
2. *Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Обидов З.Р.* Коррозия двойных сплавов алюминия с элементами периодической системы. Германия. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2011. 198 с.

ANODIC BEHAVIOR OF LEAD ALLOYS WITH PREZEODIMA IN A NaCl

© 2014 M.R. Vosiev, I.N. Ganiyev, H.A. Mahmaddulloev

Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin
of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan, Dushanbe

With the potentiostatic method investigated corrosion-electrochemical behavior of lead alloy doped with praseodymium in an environment of electrolyte NaCl. It is shown that the addition of praseodymium reduce the corrosion rate of lead 2 times in an electrolyte NaCl.

Keywords: lead, praseodymium, electrochemical behavior, corrosion resistance, electrolyte NaCl, pittingstability.

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

E-mail: ganiev48@mail.ru

Manuchehr Vosiev, Research Fellow. E-mail: saratok@bk.ru

Khairullo Mahmaddulloev, Candidate of Technics, Senior Research Fellow. E-mail: sanoat_65@mail.ru