

ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 620.193

АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СВИНЦОВОГО СПЛАВА ССуЗ С ЦИНКОМ В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl

И. Н. Ганиев¹, М. С. Аминбекова², Б. Б. Эшов², Н. М. Муллоева², У. Ш. Якубов¹

¹Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана (Таджикистан, 734063, Душанбе, ул. Айни, 299/2)

²Центр исследования инновационных технологий при Национальной академии наук Таджикистана (Таджикистан, 734063, Душанбе, ул. Айни, 299/3)

Аннотация. Представлены результаты коррозионно-электрохимического исследования влияния добавок цинка как легирующего компонента на анодное поведение свинцового сплава марки ССуЗ (Pb + 3,0 % (по массе) Sb) в среде электролита NaCl. Анодное поведение сплавов исследовано потенциостатическим методом в потенциодинамическом режиме при скорости развертки потенциала 2 мВ/с. Содержание цинка в сплаве ССуЗ составило 0,01 – 0,50 % (по массе). Исследования проводили в среде электролита NaCl с концентрацией 0,03, 0,30 и 3,00 % (по массе). Установлено, что с ростом концентрации хлорид-иона в электролите NaCl наблюдается смещение в отрицательную область значений потенциалов коррозии, питтингообразования и репассивации сплавов. Потенциал свободной коррозии сплавов в зависимости от времени смещается в положительную область. Такая зависимость также наблюдается и с ростом концентрации содержания цинка в сплаве ССуЗ. Независимо от состава сплавов установлен рост скорости их коррозии при увеличении концентрации NaCl в электролите. Добавление цинка в сплав ССуЗ увеличивает его коррозионную стойкость. Показано, что сплавы корродируют по питтинговому механизму и цинк как легирующий компонент сплава ССуЗ способствует сдвигу потенциалов питтингообразования и репассивации в область положительных значений. Это приводит к росту устойчивости сплавов к питтинговой коррозии, а также способствует заживлению зарождающихся питтинговых очагов.

Ключевые слова: свинцовый сплав ССуЗ, цинк, потенциостатический метод, электролит NaCl, потенциал коррозии, потенциал питтингообразования, потенциал репассивации, скорость коррозии

Для цитирования. Ганиев И.Н., Аминбекова М.С., Эшов Б.Б., Муллоева Н.М., Якубов У.Ш. Анодное поведение свинцового сплава ССуЗ с цинком в среде электролита NaCl // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2021. № 4 (38). С. 23–30.

ANODE BEHAVIOR OF SSU3 LEAD ALLOY WITH ZINC IN THE MEDIUM OF ELECTROLYTE NaCl

I. N. Ganiev¹, M. S. Aminbekova², B. B. Eshov², N. M. Mulloeva², U. Sh. Yakubov¹

¹Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan (299/2 Aini Str., Dushanbe 734063, Tajikistan)

²Center for Research of Innovative Technologies at the National Academy of Sciences of Tajikistan (299/3 Aini Str., Dushanbe 734063, Tajikistan)

Abstract. The results of a corrosion-electrochemical study of the effect of zinc additions as an alloying component on the anodic behavior of a lead alloy of the SSu3 grade (Pb + 3.0 % (by mass) Sb) in an electrolyte medium NaCl are presented. The anodic behavior of the alloys was investigated by the potentiostatic method in the potentiodynamic mode at a potential sweep rate of 2 mV/s. The zinc content in the SSu3 alloy was 0.01 - 0.50 % (by weight). The studies were carried out in an electrolyte environment of NaCl with a concentration of 0.03; 0.30 and 3.00% (by weight). It was found that with an increase in the concentration of chloride ion in the NaCl electrolyte, a shift in the negative region of the values of the corrosion, pitting formation and repassivation potentials of alloys is observed. The potential for free corrosion of alloys, depending on the

length of time, shifts to the positive region. This dependence is also characteristic with an increase in the concentration of zinc in the SSu3 alloy. Regardless of the composition of the alloys, an increase in the rate of their corrosion with an increase in the concentration of NaCl in the electrolyte was established. The addition of zinc to the SSu3 alloy increases its corrosion resistance. It is shown that the alloys corrode by the pitting mechanism and zinc, as an alloying component of the SSu3 alloy, promotes the shift of the pitting and repassivation potentials to the region of positive values. This leads to an increase in the resistance of alloys to pitting corrosion, and also contributes to the healing of incipient pitting foci.

Keywords: lead alloy SSu3, zinc, potentiostatic method, electrolyte NaCl, corrosion potential, pitting potential, repassivation potential, corrosion rate

For citation: Ganiev I.N., Aminbekova M.S., Eshov B.B., Mulloeva N.M., Yakubov U.Sh. Anode behavior of SSu3 lead alloy with zinc, in the medium of electrolyte NaCl. *Bulletin of SibSIU*. 2021, no. 4 (38), pp. 23–30. (In Russ.).

Введение

Свинцово-сурьмяный сплав ССу3 (среднее содержание сурьмы 3,0 % (здесь и далее по массе)) относится к группе сплавов, которые широко используются для изготовления анодов, при электрохимическом получении ряда металлов, для изготовления пластин и решеток аккумуляторов. Проблема стойкости анода и в наши дни остается актуальной при производстве металлов (таких как кадмий, цинк, марганец, редкие металлы), при получении хлора, кислорода, водорода и ряда продуктов неорганической и органической природы, а также при катодных способах защиты металла от коррозии и при производстве химических источников тока, гальванотехники [1 – 3].

В литературе есть данные о коррозионном поведении двойных сплавов системы Pb – Sb в среде электролита H₂SO₄. Коррозионное поведение сплавов системы Pb – Sb зависит от их структуры. По некоторым данным небольшое количество сурьмы (до 0,25 %) не влияет на процесс разрушения аккумуляторных пластин. По мере увеличения содержания сурьмы под воздействием тока малой плотности анодная коррозия свинца резко возрастает [1, 4].

Однако в отсутствие внешней поляризации в растворе серной кислоты коррозия сплавов свинца с сурьмой характеризуется незначительным ростом скорости (сплав с содержанием сурьмы до 1 %). При этом слабый минимум скорости коррозии приходится на сплав эвтектического состава. Сплав свинца, содержащий 3,5 % сурьмы, отличается высокой механической прочностью, хорошими литейными свойствами [1].

В литературе имеются противоречивые данные относительно влияния сурьмы на коррозионную стойкость свинца. Это связано не только с различными условиями исследования сплавов, но и с применяемыми методами исследования.

В работах [1, 2] показано влияние сурьмы на поведение свинцового анода при различных составах.

Отмечено, что увеличение содержания сурьмы до 3,0 % мало влияет на стойкость свинца, а при увеличении содержания сурьмы свыше 3,0 % происходит существенное снижение скорости коррозии (в сплаве состава Pb + 4,25 % Sb) [1, 2].

Что касается влияния добавок цинка на коррозию свинца в среде электролита H₂SO₄, по имеющимся в литературе сведениям присадки цинка к свинцу заметно ускоряют коррозию сплавов.

Относительно влияния добавок цинка на коррозионно-электрохимическое поведение свинцово-сурьмяного сплава ССу3 какие-либо сведения в литературе отсутствуют. В работах [5, 6] имеются сведения об анодном поведении этого сплава, легированного теллуром, а также о кинетике окисления сплавов свинца с кадмием и цинком.

Целью настоящей работы является исследование влияния добавок цинка на анодное поведение свинцово-сурьмяного сплава ССу3 в среде электролита NaCl.

Экспериментальная часть

Свинцовый сплав ССу3 с цинком получали в шахтной лабораторной печи сопротивления типа СШОЛ при температуре 650 – 700 °С путем добавления цинка в расплав свинца с сурьмой. Осуществляли взвешивания шихты и полученных сплавов. При отклонении массы сплавов более чем на 1 – 2 % (отн.) синтез сплавов проводили повторно.

Из полученных сплавов в металлический кокиль отливали цилиндрические образцы диам. 10 мм и длиной 140 мм. Торцевая часть образцов служила рабочим электродом для исследования электрохимических свойств. Рабочие электроды из сплавов перед исследованием зачищали наждачной бумагой, последовательно переходя от крупной к мелкой (№ 2-00). Таким образом, подготовку рабочей поверхности электрода проводили механической обработкой. На последней стадии поверхность электрода очищали спиртом.

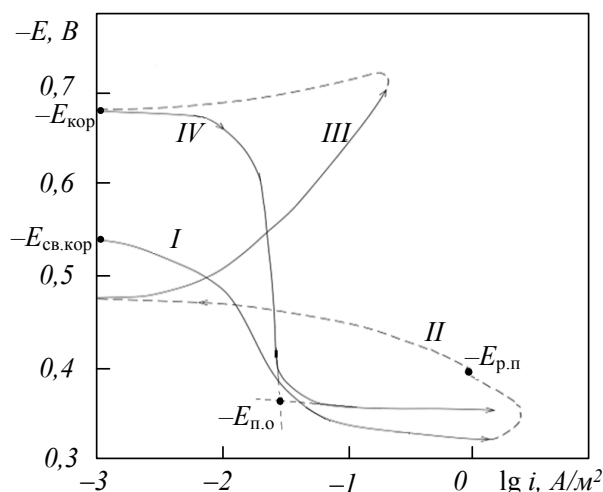


Рис. 1. Полная поляризационная (2 мВ/с) кривая свинцово-сурьмяного сплава ССу3 в среде электролита (3,0 %-ный раствор NaCl)

Fig. 1. Full polarization (2 mV/s) curve of lead-antimony alloy with U 3 in electrolyte medium (3.0% NaCl solution)

Электрохимические исследования полученных сплавов проводили на потенциостате ПИ-50-1.1 с программатором ПР-8 и самозаписью на ЛКД-4 при скорости развертки потенциала 2 мВ/с. Температуру раствора поддерживали постоянной 25 °С с помощью термостата МЛШ-8. Воспроизводимость результатов измерения потенциалов на электродах одного и того же состава ± 10 мВ. При снятии потенциостатических кривых также приводили катодную поляризацию поверхности электрода для удаления оксидов с поверхности. Исследования проводили по методикам, описанным в работах [7 – 13].

Исследования проводили согласно рекомендациям ГОСТ 9.017 – 74 в среде водного раствора 3,0 %-ного NaCl (заменитель морской воды) с целью определения влияния хлорид-иона на коррозионно-электрохимическое поведение свинцового сплава ССу3, микролегированного цинком.

При электрохимических испытаниях образцы потенциодинамически поляризовали в положительном направлении от потенциала, установившегося при погружении, до резкого возрастания силы тока в результате питтингообразования (рис. 1, кривая I). Затем образцы поляризовали в обратном направлении (рис. 1, кривые II и III) до потенциала ($-0,770$ мВ), в результате чего происходило растворение пленки оксида с поверхности электрода. Затем образцы снова поляризовали в положительном направлении. Получали анодные поляризационные кривые образцов (рис. 1, кривая IV). Все четыре потенциодинамические кривые сплава ССу3, снятые в среде водного раство-

ра 3,0 %-ного NaCl, приведены на рис. 1. Кривые обратного хода показаны штриховой линией.

По ходу прохождения полной поляризационной кривой определяли следующие электрохимические параметры: $-E_{ст}$ или $-E_{св.кор}$ – стационарный потенциал или потенциал свободной коррозии; $-E_{рп}$ – потенциал репассивации; $-E_{п.о}$ – потенциал питтингообразования; $-E_{кор}$ – потенциал коррозии; $i_{кор}$ – ток коррозии.

Учитывая, что в нейтральных средах процесс коррозии свинца и его сплавов контролируется катодной реакцией ионизации кислорода, расчет тока коррозии проводили по катодной ветви потенциодинамических кривых с учетом тафеловской константы ($\epsilon_k = 0,12$ В).

Скорость коррозии (K) определяли по току коррозии ($i_{кор}$) по формуле $K = i_{кор}k$, где $k = 1,93$ г/(А·ч) для свинца.

Коррозионно-электрохимические характеристики тройных сплавов в среде электролита NaCl с различной концентрацией обобщены в таблице. Добавление цинка к сплаву ССу3 способствует смещению потенциала свободной коррозии в область положительных значений при всех трех изученных концентрациях NaCl. Особенно ускоренно потенциал свободной коррозии смещается в положительную область у легированных цинком сплавов по сравнению с исходным сплавом ССу3 (рис. 2).

На рис. 2 и в таблице значения потенциалов приведены относительно хлорид-серебряного электрода (х.с.э.). Из таблицы следует, что с ростом концентрации цинка в сплавах и с уменьшением концентрации хлорид-иона в электролите потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации смещаются в область более положительных значений. Рост концентрации цинка в сплаве ССу3 способствует уменьшению скорости его коррозии почти в два раза во всех исследованных средах (рис. 3). При этом увеличение содержания хлорид-иона в электролите способствует росту скорости коррозии сплавов на 20 – 30 % (рис. 4).

На рис. 5 представлены анодные ветви потенциодинамических кривых сплава ССу3, содержащего различное количество цинка. Видно, что анодные кривые, относящиеся к легированным цинком сплавам, располагаются левее, то есть положительнее анодной кривой исходного сплава. Это свидетельствует о снижении скорости анодной коррозии сплавов при легировании цинком.

Рост скорости коррозии сплавов коррелируется со сдвигом анодных кривых в область положительных значений при всех исследованных концентрациях NaCl.

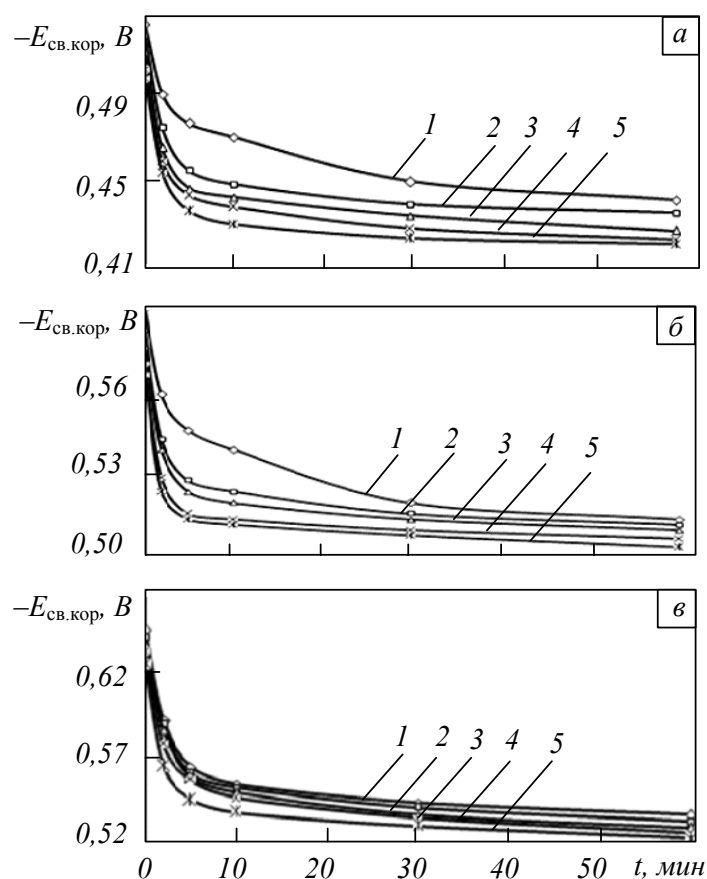


Рис. 2. Временная зависимость потенциала (х.с.э.) свободной коррозии ($-E_{св.кор}$) сплава ССу3 без цинка (1) и с содержанием цинка в количестве 0,01 % (2), 0,05 % (3), 0,10 % (4) и 0,50 % (5) в электролите, содержащем 0,03 % (а), 0,30 % (б) и 3,00 (в) NaCl

Fig. 2. The time dependence of the potential (H.S.E.) of free corrosion ($-E_{ru.cor}$) of SSu3 alloy without zinc (1) and with zinc content in the amount of 0,01 % (2), 0,05 % (3), 0,10 % (4) and 0,50 % (5) in an electrolyte containing 0,03 % (a), 0,30 % (б) and 3,00 (в) NaCl

Коррозионно-электрохимические характеристики свинцового сплава ССу3 в среде электролита NaCl

Corrosion and electrochemical characteristics of lead alloy CCu3 in the medium of the electrolyte NaCl

Содержание NaCl, % (по массе)	Содержание цинка в сплаве, % (по массе)	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кор}$	$-E_{кор.}$	$-E_{п.о}$	$-E_{рп}$	$i_{кор} \cdot 10^2, \text{А/м}^2$	$K \cdot 10^3, \text{г/м}^2 \cdot \text{ч}$
0,03	—	0,442	0,660	0,265	0,320	0,80	15,44
	0,01	0,436	0,648	0,253	0,317	0,52	10,00
	0,05	0,428	0,638	0,244	0,317	0,48	9,26
	0,10	0,424	0,629	0,240	0,310	0,44	8,49
	0,50	0,422	0,620	0,233	0,298	0,40	7,72
0,30	—	0,514	0,670	0,330	0,400	0,89	17,17
	0,01	0,512	0,663	0,322	0,394	0,60	11,58
	0,05	0,510	0,657	0,312	0,386	0,56	10,80
	0,10	0,507	0,649	0,307	0,380	0,51	9,84
	0,50	0,504	0,640	0,300	0,374	0,46	8,87
3,00	—	0,540	0,680	0,358	0,470	0,99	19,10
	0,01	0,536	0,677	0,355	0,467	0,75	14,47
	0,05	0,532	0,672	0,345	0,449	0,72	13,89
	0,10	0,528	0,666	0,339	0,440	0,69	13,31
	0,50	0,525	0,658	0,333	0,440	0,65	12,54

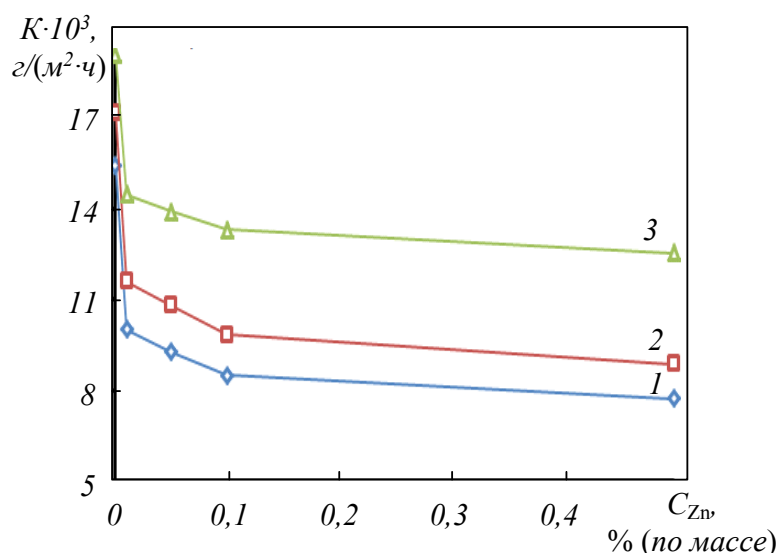


Рис. 3. Зависимость скорости коррозии свинцового сплава ССu3 от концентрации цинка в среде электролита, содержащем 0,03 % NaCl (1), 0,30 % NaCl (2) и 3,00 % NaCl (3)

Fig. 3. Dependence of the corrosion rate of lead alloy CCu3 on the concentration of zinc in the electrolyte medium containing 0.03% NaCl (1), 0.30% NaCl (2) and 3.00% NaCl (3)

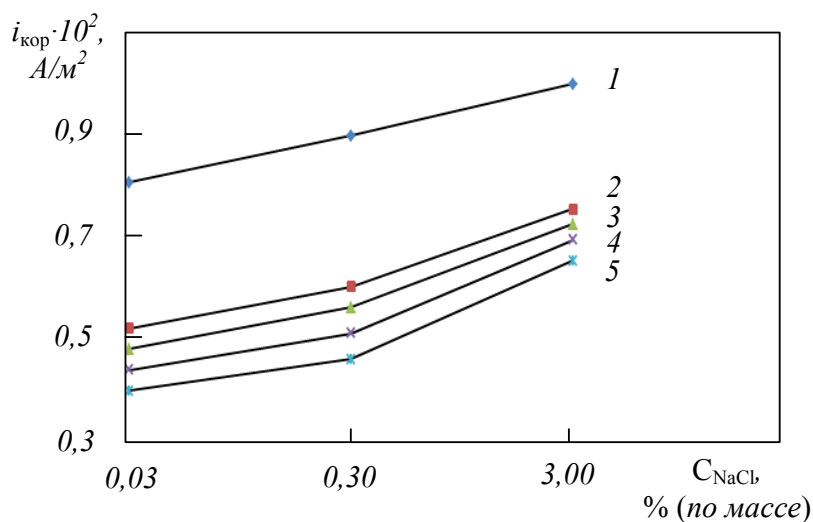


Рис. 4. Зависимость плотности тока коррозии свинцового сплава ССu3 без цинка (1) и содержащего 0,01 % (2), 0,05 % (3), 0,10 % (4), 0,50 % (5) цинка от концентрации NaCl

Fig. 4. Dependence of the corrosion current density of lead alloy CCu3 without zinc (1) and containing 0.01 % (2), 0.05 % (3), 0.10 % (4), 0.50 % (5) zinc from NaCl concentration

Выводы

При легировании цинком свинцового сплава ССu3 электроотрицательным металлом на поверхности электрода образуется оксидная пленка после достижения некоторого потенциала. Исходя из того, что коррозия сплавов, состав которых находится в пределах растворимости цинка в свинце и вблизи его границы, существенно не отличается от коррозии свинца, можно полагать, что структура защитной пленки и ее толщина изменяются незначительно с ростом концентрации цинка.

Снижение скорости коррозии свинцового сплава ССu3 при легировании его малыми количествами цинка обусловлено уменьшением степени зернистости, то есть структурным фактором. Некоторую пассивирующую роль играют также продукты растворения цинковой фазы сплава, образующие пересыщенный раствор в прианодном слое.

Установленная зависимость скорости коррозии сплава ССu3 с цинком в среде электролита NaCl коррелируется с результатами исследования сплавов системы Pb – Zn в среде электролита H₂SO₄.

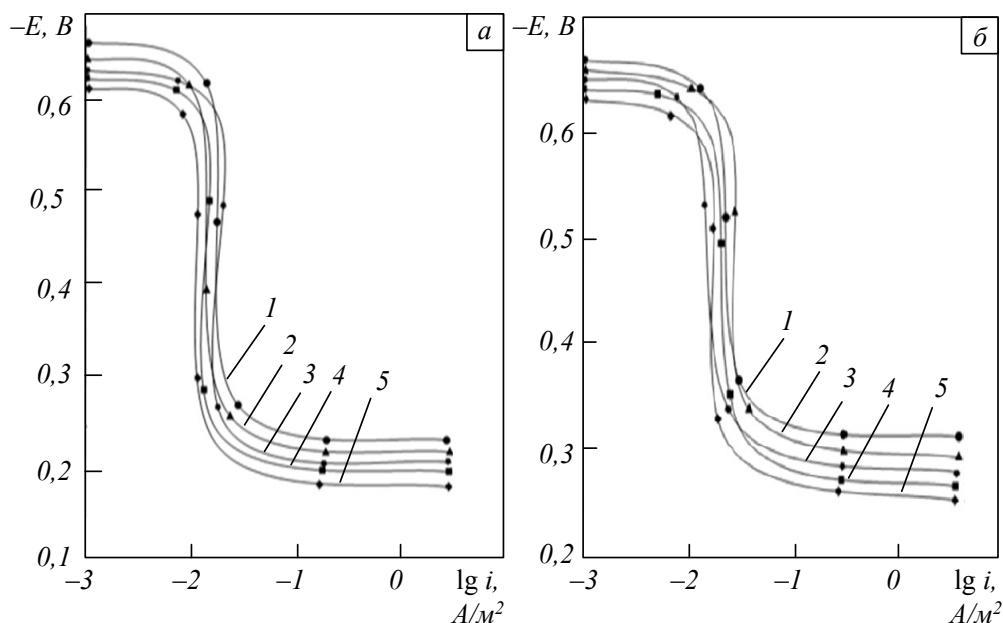


Рис. 5. Анодные поляризационные (2 мВ/с) кривые сплава ССу3 (1) без цинка и содержащего 0,01 % (2), 0,05 % (3), 0,10 % (4), 0,50 % (5) цинка в среде электролита при содержании 0,03 % (а) и 3,00 % (б) NaCl

Fig. 5. Anodic polarization (2 mV/s) curves of SSu3(1) alloy without zinc and containing 0,01 % (2), 0,05 % (3), 0,10 % (4), 0,50 % (5) zinc in the electrolyte medium with a content of 0.03% (a) and 3.00% (b) NaCl

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дунаев Ю.Д. Нерастворимые аноды из сплавов на основе свинца. Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1978. 316 с.
2. Электрохимические исследования амальгамных систем. Ю.Д. Дунаев, В.И. Бринцева, Е.Г. Лукин, В.Г. Бундже. Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1972. 52 с.
3. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н., Обидов Ф.У. Повышение анодной устойчивости свинца легированием щелочноземельными металлами. Германия: Издательский дом LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 84 с.
4. Муллоева Н.М., Ганиев И.Н. Сплавы свинца с щелочноземельными металлами. Душанбе: Андалеб Р, 2015. 166 с.
5. Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Муллоева Н.М., Якубов У.Ш. Потенциодинамическое исследование свинцового сплава ССу3, легированного теллуром, в среде электролита NaCl // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. 2020. № 2. С. 238–245.
6. Наврузов Х.П., Ганиев И.Н., Амонуллои Х., Эшов Б.Б., Муллоева Н.М. Анодное поведение сплавов системы Pb-Cd, в среде электролита NaCl // Вестник технологического университета (г. Казань). 2020. Т. 23. № 8. С. 54–58.
7. Ганиев И.Н., Абдухоликова П.Н., Бердиев А.Э., Алихонова С.Дж. Коррозионно-электрохимическое поведение цинкового сплава ЦАМ4-1, легированного галлием, в среде электролита NaCl // Вестник технологического университета (г. Казань). 2020. Т. 23. № 11. С. 44–48.
8. Худойбердизода С.У., Ганиев И.Н., Муллоева Н.М., Джайлоев Дж.Х., Якубов У.Ш. Потенциодинамическое исследование сплава ССу3, легированного медью, в среде электролита NaCl // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. 2019. № 1. С. 206–212.
9. Ганиев И.Н., Содикова С.С., Саидзода Р.Х., Алихонова С.Дж. Влияние добавок меди на коррозионно-электрохимическое поведение высокочистого цинка, в среде электролита NaCl // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Металлургия». 2020. Т. 20. № 4. С. 14–22.
10. Ганиев И.Н., Абулаков А.П., Джайлоев Дж.Х., Алиев Ф.А., Рашидов А.Р. Коррозионно-электрохимическое поведение алюминиевого проводникового сплава E-AlMgSi («алдрей») с оловом, в среде электролита NaCl // Известия вузов. Материалы электронной техники. 2019. Т. 22. № 2. С. 128–134.
11. Бокиев Л.А., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Азимов Х.Х. Влияние магния на анодное поведение алюминиевого сплава АЖ5К10 в среде электролита NaCl // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2019. № 4 (30). С. 45–50.
12. Ганиев И.Н., Аминбекова М.С., Эшов Б.Б., Якубов У.Ш., Муллоева Н.М. Анодное по-

ведение свинцового сплава ССu3 с кадмием, в среде электролита NaCl // Вестник технологического университета (г. Казань). 2019. Т. 22. № 1. С. 42–46.

13. Джайлоев Дж.Х., Ганиев И.Н., Амонов И.Т., Якубов У.Ш. Анодное поведение сплава Al + 2,18 % Fe, легированного стронцием в среде электролита NaCl // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2019. №1 (27). С. 42–46.

REFERENCES

1. Dunaev Yu.D. *Insoluble anodes made of lead-based alloys*. Alma-Ata: «Nauka» KazSSR, 1978, 316 p. (In Russ.).
2. Dunaev Yu.D., Brintseva V.I., Lukin E.G., Bundzhe V.G. *Electrochemical studies of amalgam systems*. Alma-Ata: «Nauka» KazSSR, 1972, 52 p. (In Russ.).
3. Mulloeva N.M., Ganiev I.N., Obidov F.U. *Increasing the anodic stability of lead by alloying with alkaline earth metals: monograph*. Germaniya: Izdatel'skii dom LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012, 84 p. (In Russ.).
4. Mulloeva N.M., Ganiev I.N. *Alloys of lead with alkaline earth metals*. Dushanbe: Andaleb R, 2015, 166 p. (In Russ.).
5. Khudoiberdizoda S.U., Ganiev I.N., Dzhailev Dzh.Kh., Mulloeva N.M., Yakubov U.Sh. Potentiodynamic study of a tellurium-doped CCu3 lead alloy in a NaCl electrolyte medium. *Vestnik TNU. Seriya estestvennykh nauk*. 2020, no. 2, pp. 238–245. (In Russ.).
6. Navruzov Kh.P., Ganiev I.N., Amonulloi Kh., Eshov B.B., Mulloeva N.M. Anodic behavior of Pb–Cd system alloys in the NaCl electrolyte medium. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta (g. Kazan')*. 2020, vol. 23, no. 8, pp. 54–58. (In Russ.).
7. Ganiev I.N., Abdukholikova P.N., Berdiev A.E., Alikhonova S.Dzh. Corrosion-electrochemical behavior of the zinc alloy TSAM4-1, doped with gallium, in the medium of the electrolyte NaCl. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta (g. Kazan')*. 2020, vol. 23, no. 11, pp. 44–48. (In Russ.).
8. Khudoiberdizoda S.U., Ganiev I.N., Mulloeva N.M., Dzhailev Dzh.Kh., Yakubov U.Sh. Potentiodynamic study of a copper-doped SSuZ alloy in a NaCl electrolyte medium. *Vestnik TNU. Seriya estestvennykh nauk*. 2019, no. 1, pp. 206–212. (In Russ.).
9. Ganiev I.N., Sodikova S.S., Saidzoda R.Kh., Alikhonova S.Dzh. The effect of copper additives on the corrosion-electrochemical behavior of high-purity zinc in the medium of the electrolyte NaCl. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Metallurgiya»*. 2020, vol. 20, no, pp. 14–22. (In Russ.).
10. Ganiev I.N., Abulakov A.P., Dzhailev Dzh.Kh., Aliev F.A., Rashidov A.R. Corrosion-electrochemical behavior of aluminum conductor alloy E-AlMgSi ("aldrey") with tin in the medium of electrolyte NaCl. *Izvestiya vuzov. Materialy elektronnoi tekhniki*. 2019, vol. 22, no. 2, pp. 128–134. (In Russ.).
11. Bokiev L.A., Ganiev I.N., Khakimov A.Kh., Azimov Kh.Kh. The effect of magnesium on the anodic behavior of aluminum alloy as much as 5K10 in the medium of the electrolyte NaCl. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta*. 2019, no. 4 (30), pp. 45–50. (In Russ.).
12. Ganiev I.N., Aminbekova M.S., Eshov B.B., Yakubov U.Sh., Mulloeva N.M. Anodic behavior of lead alloy CCu3 with cadmium, in the medium of the electrolyte NaCl. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta (g. Kazan')*. 2019, vol. 22, no. 1, pp. 42–46. (In Russ.).
13. Dzhailev Dzh.Kh., Ganiev I.N., Amonov I.T., Yakubov U.Sh. Anodic behavior of the Al + 2.18 % Fe alloy doped with strontium in the NaCl electrolyte medium. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta*. 2019, no. 1 (27), pp. 42–46. (In Russ.).

Сведения об авторах

Изатулло Наврузович Ганиев, д.х.н., профессор, академик НАН Таджикистана, заведующий лабораторией «Коррозионностойкие материалы», Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана
ORCID: 0000-0002-2791-6508
E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Мукадас Сироджиддинова Аминбекова, докторант, Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана

Бахтиёр Бадалович Эшов, д.т.н., доцент, директор, Центр исследования инновационных технологий при Национальной академии наук Таджикистана
E-mail: ishov1967@mail.ru

Нукра Мазабишоевна Муллоева, к.х.н., старший научный сотрудник, Центр исследования инновационных технологий при Национальной академии наук Таджикистана

Умарали Шералиевич Якубов, старший научный сотрудник, Институт химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана

ORCID: 0000-0002-1245-1621

E-mail: yakubovumarali@gmail.com

Information about the authors

Izatullo N. Ganiev, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Tajikistan, Head. laboratory «Corrosion-resistant materials», Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan

ORCID: 0000-0002-2791-6508

E-mail: ganievizatullo48@gmail.com

Mukadas S. Aminbekova, PhD-doctoral student, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan

Bakhtier B. Eshov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director, Center for Research of Innovative Technologies under the National Academy of Sciences of Tajikistan

E-mail: ishov1967@mail.ru

Nukra M. Mulloeva, Ph.D., Senior Researcher, Center for Research of Innovative Technologies at the National Academy of Sciences of Tajikistan

Umarali S. Yakubov, Senior Researcher, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan

ORCID: 0000-0002-1245-1621

E-mail: yakubovumarali@gmail.com

© 2021 г. И.Н. Ганиев, М.С. Аминбекова,
Б.Б. Эшов, Н.М. Муллоева, У.Ш. Якубов
Поступила в редакцию 08.09.2021 г.