

Ганиев И.Н., Додхоев Э.С., Сафаров А.Г., Якубов У.Ш. Анодное поведение сплавов системы Mg–Ce в среде электролита NaCl // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2021. – Т. 23, № 1. – С. 13–19. DOI: 10.15593/2224-9877/2021.1.02

Ganiev I.N., Dodkhoev E.S., Safarov A.G., Yakubov U.Sh. Anode behavior of alloys of the Mg–Ce system, in the medium of electrolyte NaCl. *Bulletin PNRPU. Mechanical engineering, materials science*, 2021, vol. 23, no. 1, pp. 13–19. DOI: 10.15593/2224-9877/2021.1.02

---

**ВЕСТНИК ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение**  
**Т. 23, № 1, 2021**  
**Bulletin PNRPU. Mechanical engineering, materials science**  
<http://vestnik.pstu.ru/mm/about/inf/>

---

DOI: 10.15593/2224-9877/2021.1.02  
УДК 669.018+669.3/6

**И.Н. Ганиев<sup>1</sup>, Э.С. Додхоев<sup>2</sup>, А.Г. Сафаров<sup>3</sup>, У.Ш. Якубов<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Институт химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup>Технический колледж Таджикского технического университета им. М.С. Осими,  
Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>3</sup>Физико-технический институт им. С.У. Умарова НАН Таджикистана,  
Душанбе, Республика Таджикистан

**АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ MG–CE  
В СРЕДЕ ЭЛЕКТРОЛИТА NaCl**

Сплавы магния среди конструкционных материалов, применяемых в различных областях техники, занимают важное место. Эти сплавы, обладая высокой удельной прочностью и целым рядом физико-химических свойств, вызывают большой интерес со стороны исследователей и конструкторов. Благодаря малой плотности (1,4–1,9 г/см<sup>3</sup>) сплавы на основе магния по удельной прочности превосходят некоторые конструкционные сплавы. Они очень хорошо поглощают вибрации, что очень важно для авиации, транспорта и машиностроения.

Магний и его сплавы нашли применение в авиации, ракетостроении и других областях, где требуется сочетание легкости с прочностью конструкций. Для улучшения тех или иных свойств металлы легируются другими элементами. Влияние отдельных редкоземельных металлов на физико-химические свойства магния изучено недостаточно. В связи с этим в работе исследовано влияние добавок церия на коррозионно-электрохимические свойства металлического магния.

Для установления коррозионно-электрохимических свойств сплавов широкое применение нашли потенциостатические методы. Эти методы дают возможность определить основные электрохимические потенциалы и с их помощью оценить поведение материала в коррозионно-активной среде.

Исследование анодного поведения сплавов системы Mg–Ce проведено потенциостатическим методом при скорости развертки потенциала 2 мВ/с в среде электролита NaCl на приборе потенциостат ПИ-50-1.1. По результатам исследований установлен рост скорости коррозии магния от концентрации церия в сплавах и хлорид-иона в электролите. Потенциалы коррозии, питтингообразования и репассивации магния при легировании церием смещаются в отрицательном направлении оси ординат. Такая закономерность имеет место и с ростом концентрации хлорид-иона в электролите NaCl.

**Ключевые слова:** магниевые сплавы, система Mg–Ce, коррозия, анодное поведение, потенциостатика, электролит NaCl, потенциалы коррозии, питтингообразование, репассивация, скорость коррозии.

**I.N. Ganiev<sup>1</sup>, E.S. Dodkhoev<sup>2</sup>, A.G. Safarov<sup>3</sup>, U.Sh. Yakubov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the NAS of Tajikistan, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup>Technical College Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>3</sup>Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov of the NAS of Tajikistan,  
Dushanbe, Republic of Tajikistan

**ANODE BEHAVIOR OF ALLOYS OF THE MG–CE SYSTEM,  
IN THE MEDIUM OF ELECTROLYTE NaCl**

Magnesium alloys occupy an important place among structural materials used in various fields of technology. These alloys, possessing high specific strength and a number of physical and chemical properties, are of great interest to researchers and designers. Due to their low density (1.4–1.9 g / cm<sup>3</sup>), magnesium-based alloys surpass some structural alloys in specific strength. They absorb vibrations very well, which is very important for aviation, transport and mechanical engineering.

Magnesium and its alloys have found applications in aviation, rocketry, and other areas where a combination of lightness with structural strength is required. To improve certain properties, metals are alloyed with other elements. The influence of individual rare earth metals on the physicochemical properties of magnesium has not been sufficiently studied. In this regard, the work investigated the effect of cerium additives on the corrosion-electrochemical properties of metallic magnesium.

Potentiostatic methods are widely used to establish the corrosion-electrochemical properties of alloys. These methods make it possible to determine the main electrochemical potentials and, with their help, to evaluate the behavior of the material in a corrosive environment.

The study of the anodic behavior of alloys of the Mg-Ce system was carried out by the potentiostatic method at a potential sweep rate of 2 mV / s in a NaCl electrolyte medium on a PI-50-1.1 potentiostat device. According to the research results, an increase in the corrosion rate of magnesium with the concentration of cerium in alloys and chloride ion in the electrolyte was established. The potentials of corrosion, pitting, and repassivation of magnesium upon alloying with cerium are shifted in the negative direction of the ordinate axis. This pattern also takes place with an increase in the concentration of chloride ion in the NaCl electrolyte.

**Keywords:** magnesium alloys, Mg–Ce system, corrosion, anodic behavior, potentiostatics, NaCl electrolyte, potentials of corrosion, pitting formation, repassivation, corrosion rate.

## Введение

Среди большого разнообразия металлических материалов, которые находят применение в различных областях, видное место занимают сплавы на основе легкого металла – магния. Интерес к магниевым сплавам непрерывно растет, что способствует расширению их производства и использования в промышленности [1].

Широкое применение магниевых сплавов обусловлено рядом факторов, важнейшими из которых являются удачное сочетание в них ряда ценных свойств и большие сырьевые ресурсы магния. Магний относится к числу наиболее распространенных элементов. Содержание его в земной коре составляет 2,4 %. При этом он образует удобные для разработки рудные месторождения и, кроме того, может извлекаться из морской воды. Магний является одним из наиболее легких металлов. Его плотность (1,74 г/см<sup>3</sup>) в 1,56 раза меньше плотности алюминия, в 2,5 раза меньше плотности титана и в 4,5 раза меньше плотности железа. При легировании магния удается добиться существенного повышения прочностных свойств при сохранении малой плотности. Вследствие этого для магниевых сплавов характерна высокая удельная прочность, которая предопределяет большой интерес к использованию магниевых сплавов в качестве конструкционных материалов [2, 3].

Применение магниевых сплавов позволяет снизить собственный вес изделий при сохранении ими прочности на том же уровне. В связи с этим магниевые сплавы оказываются ценным конструкционным материалом в таких областях техники, в которых снижение собственного веса конструкций имеет особенно большое значение (в авиации, ракетостроении, транспортных средствах и т.д.). Применение магниевых сплавов в этих областях позволяет улучшить технические характеристики машин, увеличить полезную нагрузку, уменьшить расход горючего [1, 4].

Были установлены существенные различия во влиянии на механические свойства магния отдельных редкоземельных металлов из подгруппы церия: лантана, церия, празеодима и неодима [5, 6].

В системе Mg–Ce образуются шесть соединений: MgCe, Mg<sub>2</sub>Ce, Mg<sub>3</sub>Ce, Mg<sub>41</sub>Ce<sub>5</sub>, Mg<sub>17</sub>Ce<sub>2</sub> и Mg<sub>12</sub>Ce. Со стороны магния протекает эвтектическая реакция  $J \leftrightarrow Mg_{12}Ce + (Mg)$  при температуре 590 °С. Эвтектическая точка, по данным разных

авторов, лежит в пределах 17,4–21,0 мас. % церия. Растворимость церия в твердом магнии, определенная с помощью метода электросопротивления при 590 °С, равняется 0,74 мас. %, при 500 °С – 0,26 мас. % и при 200 °С – 0,04 мас. % [7–9].

Целью настоящей работы является исследование влияния добавок церия на коррозионно-электрохимическое поведение магния в среде электролита NaCl.

## Экспериментальная часть

Для исследования коррозионно-электрохимического поведения сплавов системы Mg–Ce образцы получали в шахтной печи сопротивления типа СШОЛ (сопротивление шахтное опытное лабораторное) в тиглях из оксида алюминия в интервале температур 750–800 °С из магния марки Mg96 (ГОСТ 804–93) и церия марки 99,87 (ЦеЭО ТУ 48-295–85). Плавка сплавов Mg–Ce проводилась под слоем флюса состава, мас. %: 40CaCl<sub>2</sub>; 30NaCl; 20KCl и 10MgCl<sub>2</sub>. Химический анализ полученных сплавов проводился в Центральной заводской лаборатории ГУП «Гаджикская алюминиевая компания». Состав сплавов также контролировался взвешиванием шихты и полученных образцов. При отклонении веса образцов более чем на 1–2 отн. % синтез сплавов проводился заново. Далее из поверхности расплава удалялся шлак и производилось литье образцов для коррозионно-электрохимических исследований в графитовую изложницу. Образцы цилиндрической формы имели диаметр 10 мм и длину 140 мм.

Для электрохимических исследований образцы из сплавов Al–Mg поляризовали в положительном направлении от потенциала свободной коррозии ( $-E_{св.кор}$ ) или стационарного потенциала, установившегося при погружении в раствор электролита NaCl, до значения потенциала, при котором происходит резкое возрастание плотности тока (рис. 1, кривая I). Далее образцы поляризовали в обратном направлении (рис. 1, кривые II, III) до значения потенциала –1,4 В. В результате происходило растворение пленки оксида. Наконец, образцы повторно поляризовали в положительном направлении (рис. 1, кривая IV). При переходе от катодного к анодному ходу фиксируется потенциал питтингообразования ( $-E_{п.о.}$ ).

На полученных таким образом поляризационных кривых определялись основные электрохимические потенциалы сплавов:

- $-E_{ст}$  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.

Расчет тока коррозии проводили с учетом тафеловской наклонной  $b_k = 0,12$  В по катодной кривой, так как процесс питтинговой коррозии магния и его сплавов в нейтральных средах зависит от катодной реакции ионизации кислорода. В свою очередь, скорость коррозии считается функцией тока коррозии и вычисляется по формуле

$$K = i_{кор} \cdot k,$$

где  $k = 0,45$  г/А·ч для магния.

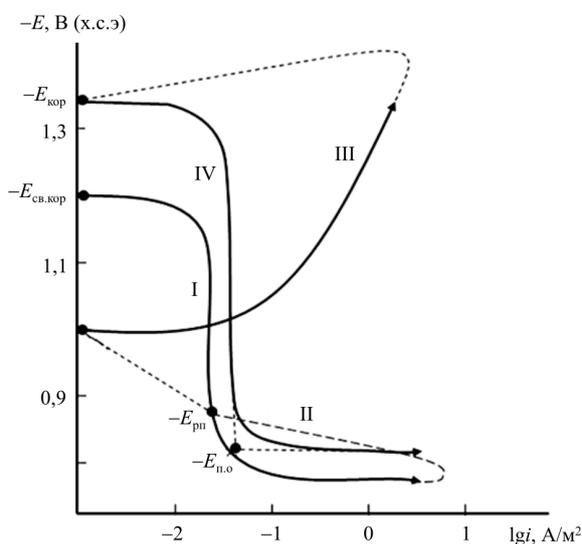


Рис. 1. Полная поляризационная (2 мВ/с) кривая металлического магния в среде электролита 3,0%-ного NaCl

Воспроизводимость результатов измерения электрохимических потенциалов равнялась  $\pm(5 \dots 10)$  мВ, а плотность тока коррозии составляла  $(0,001 \dots 0,005) \cdot 10^{-2}$  А/м<sup>2</sup>. Подробная методика снятия поляризационных кривых сплавов представлена в работах [10–20].

### Обсуждение результатов

Результаты коррозионно-электрохимических исследований сплавов системы Mg–Ce в среде электролита NaCl представлены в табл. 1, 2 и на рис. 2–5. На рис. 2 и в табл. 1 приведена зависимость потенциала свободной коррозии ( $-E_{св.кор}$ , В) от времени для образцов из сплавов системы Mg–Ce в среде электролита NaCl. Видно, что при погружении образцов в электролит NaCl происходит смещение потенциала  $-E_{св.кор}$  в положительную область. Добавки церия

к магнию отодвигают потенциал свободной коррозии в отрицательном направлении оси ординат. При этом чем больше содержание церия, тем отрицательнее потенциал (см. табл. 1 и рис. 2).

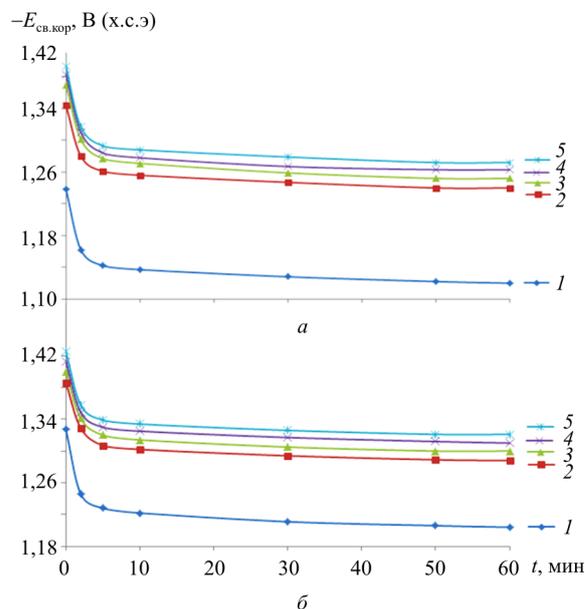


Рис. 2. Временная зависимость потенциала (х.с.э) свободной коррозии ( $-E_{св.кор}$ , В) магния (I), содержащего церий, мас. %: 0,1(2); 1,0(3); 5,0(4); 10,0(5), в среде электролита 0,03%- (а) и 3,0%-ного (б) NaCl

Результаты исследований коррозионно-электрохимических свойств сплавов, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что добавки церия от 0,1 до 10,0 мас. % к магнию в исследуемой среде электролита NaCl сдвигают в отрицательную область значений также потенциалы коррозии, репассивации и питтингообразования, что сопровождается повышением скорости коррозии сплавов.

Зависимости скорости коррозии сплавов системы Mg–Ce от концентрации церия в среде электролита 0,03; 0,3 и 3,0%-ного NaCl представлены на рис. 3. Добавки церия к магнию увеличивают скорость его коррозии во всех исследованных средах электролита NaCl.

При этом рост концентрации электролита NaCl (хлорид-иона) способствует увеличению скорости коррозии сплавов (см. рис. 4). Скорость коррозии и плотность тока коррозии магния имеют максимальное значение при концентрации 10,0 мас. % церия.

Анодные ветви поляризационных кривых сплавов системы Mg–Ce приведены на рис. 5. Как видно из хода кривых, с повышением содержания второго компонента – церия – наблюдается смещение в область отрицательных значений всех электрохимических потенциалов в среде электролита NaCl, что свидетельствует о росте скорости анодного растворения сплавов системы Mg–Ce.

Таблица 1

Временная зависимость потенциала свободной коррозии ( $-E_{св.кор}$ , В) магния от содержания церия в среде 0,3%-ного NaCl

Время выдержки, мин	Содержание церия в магнии, мас. %				
	0,0	0,1	1,0	5	10
0	1,300	1,365	1,381	1,397	1,406
0,15	1,288	1,354	1,370	1,386	1,394
0,2	1,277	1,343	1,361	1,375	1,382
0,3	1,265	1,333	1,350	1,364	1,371
0,4	1,255	1,324	1,340	1,353	1,360
0,5	1,244	1,316	1,332	1,343	1,349
0,6	1,235	1,308	1,324	1,334	1,340
2	1,226	1,300	1,317	1,326	1,332
3	1,217	1,293	1,310	1,318	1,325
4	1,208	1,287	1,303	1,311	1,319
5	1,200	1,281	1,297	1,304	1,313
10	1,193	1,276	1,291	1,298	1,308
20	1,187	1,271	1,285	1,292	1,303
30	1,182	1,267	1,279	1,287	1,299
40	1,179	1,263	1,275	1,284	1,296
50	1,177	1,260	1,272	1,282	1,294
60	1,176	1,260	1,270	1,282	1,294

Таблица 2

Коррозионно-электрохимические характеристики сплавов системы Mg–Ce в среде электролита NaCl

Среда NaCl, мас. %	Содержание церия в магнии, мас. %	Электрохимические потенциалы, В (х.с.э)				Скорость коррозии	
		$-E_{св.кор}$	$-E_{кор}$	$-E_{пл.о}$	$-E_{пл}$	$i_{кор} \cdot 10^{-2}, \text{А/м}^2$	$K \cdot 10^3, \text{г/((м}^2 \cdot \text{ч))}$
0,03	–	1,120	1,200	0,660	0,700	0,012	5,37
	0,1	1,240	1,285	0,750	0,835	0,014	6,27
	1,0	1,252	1,296	0,761	0,845	0,016	7,16
	5,0	1,263	1,307	0,771	0,856	0,018	8,06
	10,0	1,272	1,318	0,780	0,867	0,020	8,96
0,3	–	1,176	1,230	0,700	0,780	0,023	10,30
	0,1	1,260	1,329	0,790	0,865	0,026	11,64
	1,0	1,270	1,342	0,802	0,873	0,028	12,54
	5,0	1,282	1,354	0,813	0,884	0,030	13,44
	10,0	1,294	1,366	0,823	0,895	0,032	14,33
3,0	–	1,204	1,342	0,816	0,870	0,034	15,23
	0,1	1,288	1,400	0,880	0,944	0,036	16,12
	1,0	1,300	1,415	0,893	0,956	0,038	17,02
	5,0	1,310	1,431	0,904	0,968	0,040	17,92
	10,0	1,321	1,443	0,917	0,980	0,043	19,26

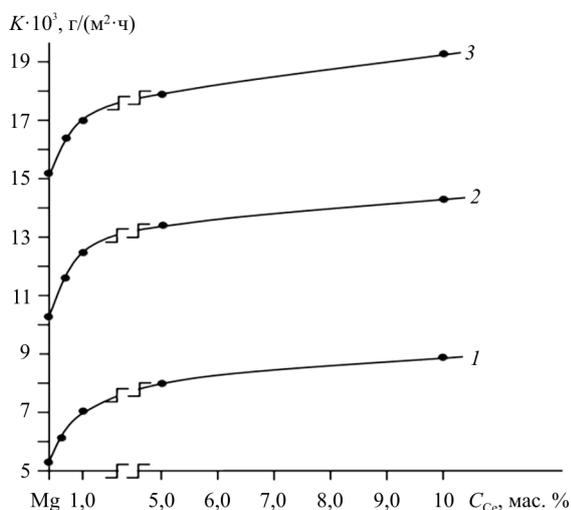


Рис. 3. Зависимость скорости коррозии сплавов системы Mg–Ce от концентрации церия в среде электролита 0,03(1); 0,3(2) и 3,0(3)%-ного NaCl

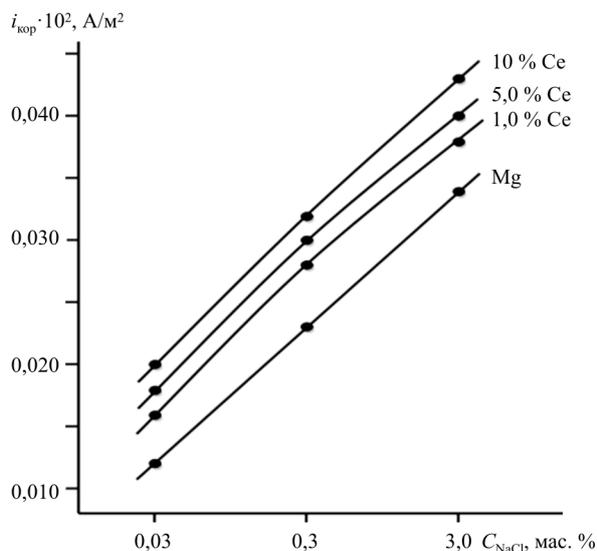


Рис. 4. Зависимость плотности тока коррозии сплавов системы Mg–Ce от концентрации NaCl

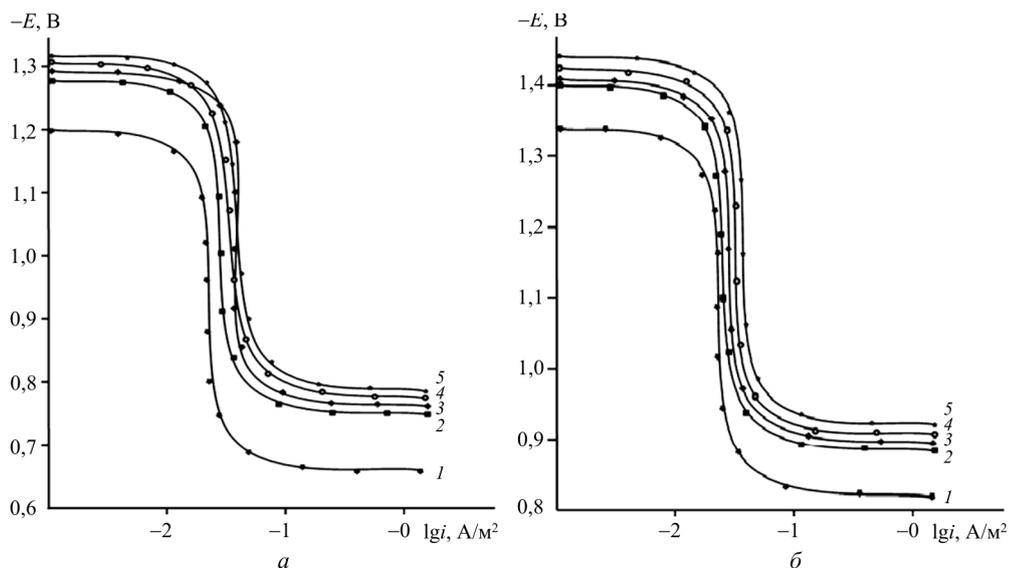


Рис. 5. Анодные поляризационные (2 мВ/с) кривые магния (1), содержащего церий, мас. %: 0,1(2), 1,0(3), 5,0(4), 10,0(5) в среде электролита 0,03%- (а) и 3,0%-ного (б) NaCl

### Выводы

Потенциостатическим методом при скорости развертки потенциала 2 мВ/с исследовано анодное поведение сплавов системы Mg–Ce в среде электролита NaCl. Показано, что добавки церия до 10,0 мас. % повышают скорость коррозии магния. При этом снижается питтингоустойчивость сплавов, о чем свидетельствует сдвиг потенциалов питтингообразования и коррозии в отрицательную область значений. Установлено, что с увеличением концентрации хлорид-иона в электролите NaCl в 3 раза увеличивается скорость коррозии сплавов системы Mg–Ce. Добавки церия увеличивают скорость коррозии магния на 50–75 % во всех изученных средах электролита NaCl.

### Список литературы

1. Рохлин Л.Л. Магниево-сплавов, содержащие редкоземельные металлы. – М.: Наука, 198. – 191 с.
2. Чухров М.В. Магниево-сплавов. – М.: Металлургия, 1978. – Т. 1. – 232 с.
3. Дриц М.Е. Магниево-сплавов и перспективы их использования в народном хозяйстве / ВИНТИ. – М., 1959. – 40 с.
4. Туманов А.Т. Расширение применения магниевых сплавов в различных отраслях народного хозяйства. – М.: Цветметинформация, 1968. – Ч. 2. – 76 с.
5. Василев З.В., Гвоздев С.Г., Тайц А.Ю. Расширение применения магниевых сплавов в различных отраслях народного хозяйства. – М.: Цветметинформация, 1968. – Ч. 1. – 104 с.
6. Эмли Е.Ф. Основы технологии производства и обработки магниевых сплавов. – М.: Металлургия, 1972. – 488 с.
7. Хансен И., Андерко К. Структура двойных сплавов. – М.: Металлургиздат, 1962. – Т. I. – 608 с.
8. Шанк Ф.А. Структура двойных сплавов. – М.: Металлургиздат, 1973. – 760 с.
9. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Д44: справочник: в 3 т. / Н.П. Ляйкиншев [и др.]. – М.: Машиностроение, 1996. – Т. 1. – 992 с.
10. Потенциодинамическое исследование свинцового сплава ССуЗ, легированного медью, в среде электролита NaCl / С.У. Худойбердизода, И.Н. Ганиев, Дж.Х. Джайлоев, Н.М. Муллоева, У.Ш. Якубов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2020. – № 2. – С. 238–245.
11. Коррозионно-электрохимическое поведение цинкового сплава ЦАМ4-1, легированного галлием, в среде электролита NaCl / И.Н. Ганиев, П.Н. Абдухоликова, А.Э. Бердиев, С.Дж. Алихонова // Вестник Технологического университета. – 2020. – Т. 23, № 11. – С. 44–48.
12. Влияние добавок свинца на анодное поведение проводникового алюминиевого сплава E-AlMgSi («алдрей») в среде электролита NaCl / И.Н. Ганиев, А.П. Абулаков, Дж.Х. Джайлоев, Н.И. Ганиева, У.Ш. Якубов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Сер. 1. Естественные и технические науки. – 2020. – № 2. – С. 109–113.
13. Потенциодинамическое исследование сплавов свинца с теллуrom в среде электролита NaCl / С.У. Худойбердизода, И.Н. Ганиев, Н.М. Муллоева, Дж.Х. Джайлоев, У.Ш. Якубов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2020. – № 2. – С. 238–245.
14. Влияние добавок меди на коррозионно-электрохимическое поведение высококчистого цинка, в среде электролита NaCl / И.Н. Ганиев, С.С. Содикова, Р.Х. Саидзода, С.Дж. Алихонова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Металлургия. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 14–22.

15. Потенциодинамическое исследование свинцового сплава ССуЗ, легированного медью, в среде электролита NaCl / С.У. Худойбердизода, И.Н. Ганиев, Н.М. Муллоева, Б.Б. Эшов, Дж.Х. Джайлоев, У.Ш. Якубов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2019. – № 1. – С. 206–213.

16. Ганиев И.Н., Алиев Дж.Н., Нарзуллоев З.Ф. Влияние добавок никеля на анодное поведение сплавов Zn5Al, Zn55Al, легированных никелем, в среде электролита NaCl // Журнал прикладной химии. – 2019. – Т. 92, вып. 11. – С. 1420–1426.

17. Ганиев И.Н., Умарова Т.М., Обидов З.Р. Коррозия двойных алюминиевых сплавов в нейтральных средах. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 198 с.

18. Бердиев А.Э., Ганиев И.Н. Сплавы особо чистого и технического алюминия с редкоземельными металлами, сурьмой и элементами подгруппы германия: монография / РТСУ. – Душанбе, 2020. – 239 с.

19. Амонзода И.Т., Ганиев И.Н. Алюминиевый сплав АЖ2.18 с элементами II–IV периодической таблицы: монография / ТУТ. – Душанбе, 2020. – 272 с.

20. Свойства алюминий-магниевого сплава АМг2 с титаном, ванадием и неодимом: монография / Ф.С. Давлатзода, Х.О. Одиназода, И.Н. Ганиев, Н.Ф. Иброхимов; ТТУ. – Душанбе, 2020. – 127 с.

## References

1. Rokhlin L.L. Magnievye splavy, soderzhashchie redkozemel'nye metally [Magnesium alloys containing rare-earth metals]. Moscow: Nauka, 198, 191 p.

2. Chukhrov M.V. Magnievye splavy [Magnesium alloys]. Moscow: Metallurgiya, 1978, vol. 1, 232 p.

3. Drits M.E. Magnievye splavy i perspektivy ikh ispol'zovaniia v narodnom khoziaistve [Magnesium alloys and prospects of their use in the national economy]. VINITI, Moscow, 1959, 40 p.

4. Tumanov A.T. Rasshirenie primeneniia magnievyykh splavov v razlichnykh otrasliakh narodnogo khoziaistva [Expanding the use of magnesium alloys in various sectors of the economy]. Moscow: Tsvetmetinformatsiia, 1968, part 2, 76 p.

5. Vasilev Z.V., Gvozdev S.G., Taitis A.Iu. Rasshirenie primeneniia magnievyykh splavov v razlichnykh otrasliakh narodnogo khoziaistva [Expanding the use of magnesium alloys in various sectors of the economy]. Moscow: Tsvetmetinformatsiia, 1968, part 1, 104 p.

6. Emlı E.F. Osnovy tekhnologii proizvodstva i obrabotki magnievyykh splavov [Fundamentals of production and processing of magnesium alloys]. Moscow.: Metallurgiya, 1972, 488 p.

7. Khansen I., Anderko K. Struktura dvoinykh splavov [Structure of double alloys]. Moscow: Metallurgizdat, 1962, vol. I, 608 p.

8. Shank F.A. Struktura dvoinykh splavov [Structure of double alloys]. Moscow: Metallurgizdat, 1973, 760 p.

9. Liiakishev N.P. et al. Diagrammy sostoiianiia dvoinykh metallicheskikh sistem: D44: spravochnik [State diagrams of double metal systems: D44]. Moscow: Mashinostroenie, 1996, vol. 1, 992 p.

10. Khudoiberdizoda S.U., Ganiev I.N., Dzhailoiev Dzh.Kh., Mulloeva N.M., Iakubov U.Sh. Potentsiodinamicheskoe issledovanie svintsovogo splava SSu3, legirovannogo med'iu, v srede elektrolita NaCl [Potentiodynamic study of lead alloy CCu3, alloyed with copper, in the electrolyte NaCl]. *Vestnik Tadjikskogo natsional'nogo universiteta. Serii estestvennykh nauk*, 2020, no. 2, pp. 238–245.

11. Ganiev I.N., Abduholikova P.N., Berdiev A.E., Alikhonova S.Dzh. Korrozionno-elektrokhimicheskoe povedenie tsinkovogo splava TsAM4-1, legirovannogo galliem, v srede elektrolita NaCl [Corrosion and electrochemical behavior of zinc alloy CAM4-1, alloyed with gallium, in the electrolyte NaCl]. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta*, 2020, vol. 23, no. 11, pp. 44–48.

12. Ganiev I.N., Abulakov A.P., Dzhailoiev Dzh.Kh., Ganieva N.I., Iakubov U.Sh. Vliianie dobavok svintsna na anodnoe povedenie provodnikovogo aluminiyevogo splava E-AlMgSi («aldrei») v srede elektrolita NaCl [Effect of lead additives on the anodic behavior of the conductive aluminum alloy E-AlMgSi ("aldray") in the electrolyte NaCl medium]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizaina. Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2020, no. 2, pp. 109–113.

13. Khudoiberdizoda S.U., Ganiev I.N., Mulloeva N.M., Dzhailoiev Dzh.Kh., Iakubov U.Sh. Potentsiodinamicheskoe issledovanie splavov svintsna s tellurom v srede elektrolita NaCl [Potentiodynamic study of alloys of lead with tellurium in the electrolyte NaCl]. *Vestnik Tadjikskogo natsional'nogo universiteta. Serii estestvennykh nauk*, 2020, no. 2, pp. 238–245.

14. Ganiev I.N., Sodikova S.S., Saidzoda R.Kh., Alikhonova S.Dzh. Vliianie dobavok medi na korrozionno-elektro-khimicheskoe povedenie vysokochistogo tsinka, v srede elektrolita NaCl [Effect of copper additives on the corrosion-electrochemical behavior of high-purity zinc in the electrolyte NaCl]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Metallurgiya*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 14–22.

15. Khudoiberdizoda S.U., Ganiev I.N., Mulloeva N.M., Eshov B.B., Dzhailoiev Dzh.Kh., Iakubov U.Sh. Potentsiodinamicheskoe issledovanie svintso-vogo splava SSu3, legirovannogo med'iu, v srede elektrolita NaCl [Potentiodynamic study of copper-alloyed CCu3 lead alloy in NaCl electrolyte medium]. *Vestnik Tadjikskogo natsional'nogo universiteta. Serii estestvennykh nauk*, 2019, no. 1, pp. 206–213.

16. Ganiev I.N., Aliev Dzh.N., Narzulloev Z.F. Vliianie dobavok nikelia na anodnoe povedenie splavov Zn5Al, Zn55Al, legirovannykh nikel'em, v srede elektrolita NaCl [Effect of nickel additives on the anodic behavior of Zn5Al, Zn55Al alloys alloyed with nickel in NaCl electrolyte medium]. *Zhurnal prikladnoi khimii*, 2019, vol. 92, iss. 11, pp. 1420–1426.

17. Ganiev I.N., Umarova T.M., Obidov Z.R. Korroziia dvoinykh aluminiyevyykh splavov v neutral'nykh sredakh [Corrosion of double aluminum alloys in neutral media]. Germaniia: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011, 198 p.

18. Berdiev A.E., Ganiev I.N. Splavy osobo chistogo i tekhnicheskogo aliuminiia s redkozemel'nymi me-tallami, sur'moi i elementami podgruppy germaniia [Alloys of super-pure and technical aluminum with rare-earth metals, antimo-

ny and elements of the germanium subgroup: monograph]. RTSU. Dushanbe, 2020, 239 p.

19. Amonzoda I.T., Ganiev I.N. Aliuminievyi splav AZh2.18 s elementami II–IV periodicheskoi tablitsy [Aluminum alloy AZh2.18 with elements II–IV of the periodic table]. TUT. Dushanbe, 2020, 272 p.

20. Davlatzoda F.S., Odinzoda Kh.O., Ganiev I.N., Ibrokhimov N.F. Svoistva aluminievo-magnievogo splava AMg2 s titanom, vanadiem i neobiem: monografiia [Properties of aluminum-magnesium alloy AMg2 with titanium, vanadium, and neobium]. TTU. Dushanbe, 2020, 127 p.

Получено 19.01.2021

Опубликовано 29.03.2021

### Сведения об авторах

**Ганиев Изатулло Наврузович** (Душанбе, Республика Таджикистан) – доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, заведующий лабораторией Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, e-mail: ganievizatullo48@gmail.com.

**Додхоев Эрадж Сарабекович** (Душанбе, Республика Таджикистан) – старший преподаватель кафедры электроэнергетики Технического колледжа Таджикского технического университета им. М.С. Осими, e-mail: dodkhoev.1984@mail.ru.

**Сафаров Амиршо Гонбович** (Душанбе, Республика Таджикистан) – кандидат технических наук, веду-

щий научный сотрудник Физико-технического института им. С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана, e-mail: amirsho71@mail.ru.

**Якубов Умарали Шералиевич** (Душанбе, Республика Таджикистан) – старший научный сотрудник Института химии им. В.И. Никитина Национальной академии наук Таджикистана, e-mail: yakubovumarali@gmail.com.

### About the authors

**Izatullo N. Ganiev** (Dushanbe, Republic of Tajikistan) – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician NAST, Head of Laboratory, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan, e-mail: ganievizatullo48@gmail.com.

**Eraj S. Dodkhoev** (Dushanbe, Republic of Tajikistan) – Senior Lecturer, Department of Power Engineering, Technical College Tajik Technical University named after M.S. Osimi, e-mail: dodkhoev.1984@mail.ru.

**Amirsho G. Safarov** (Dushanbe, Republic of Tajikistan) – Ph.D in Technical Sciences, Leading Researcher Scientist, Physico-Technical Institute named after S.U. Umarov of the National Academy of Sciences of Tajikistan, e-mail: amirsho71@mail.ru.

**Umarali Sh. Yakubov** (Dushanbe, Republic of Tajikistan) – Senior Researcher, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin of the National Academy of Sciences of Tajikistan, e-mail: yakubovumarali@gmail.com.