ISSN 2078-5615. Вісник Львівського університету. Серія хімічна. 2026. Випуск 68. С. 170–179
Visnyk of the Lviv University. Series Chemistry. 2026. Issue 68. P. 170–179

УДК 54-161+544.653.22

КОРОЗІЙНА АКТИВНІСТЬ АМОРФНОГО СПЛАВУ $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ: ЕФЕКТ МАГНІТНОЇ ОБРОБКИ

О. Герцик[1], В. Слободний[1], Н. Пандяк[2], М. Ташак[3], Г. Ткачук[4]

[1]Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Кирила і Мефодія, 6, 79005 Львів, Україна;

[2]Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, 79057 Львів, Україна;

[3]Національний університет "Львівська політехніка", вул. Ст. Бандери, 12, 79013 Львів, Україна;

[4]Хмельницький національний університет вул. Інститутська, 11, 29016 Хмельницький, Україна

Різними фізико-хімічними методами оцінено корозійну тривкість об'ємного аморфного сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ у агресивних середовищах різного складу: 0,5 М водні розчини NaCl, NaOH та HCl.

Уперше проведено модифікацію об'ємного зразка сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ попередньою експозицією у змінному магнітному полі і з'ясовано, що така модифікація підвищує його корозійну тривкість у середовищі 0,5 М водних розчинів NaCl та HCl та знижує у 0,5 М водному розчині NaOH.

Ключові слова: об'ємні аморфні сплави, залізо, корозійна тривкість, модифікація, магнітне поле.

DOI: https://doi.org/10.30970/vch.6801.170

1. Вступ

Об'ємні аморфні сплави (ОАС) привертають увагу завдяки можливості отримання виробів з аморфною структурою, використовуючи порівняно низькі швидкості охолодження розплаву 10^2–10^4 К/с. Таке зниження швидкості охолодження приводить до формування особливої структури ближнього порядку та до зміни ряду фізико-хімічних властивостей ОАС [1–4]. Унікальні властивості таких матеріалів показали, що їх можна використовувати у багатьох галузях, а отже, є важливими технічними матеріалами.

Характерною властивістю металевих композицій, що здатні утворювати об'ємні аморфні сплави, є багатокомпонентність: не менше трьох–чотирьох компонентів, склад їх близький до складу евтектики, причому до складу евтектики входять інтерметалічні сполуки у вигляді кристалів. Їхня особливість полягає в

© Герцик О., Слободний В., Пандяк Н. та ін., 2026

складності кристалічної ґратки. Практично вони багатофазові, тобто складаються з потрійних і подвійних фаз, що утворюють аморфну матрицю. Стабільність таких сплавів може бути підвищена легуванням. У цьому разі легувальні компоненти є стабілізуючим чинником унаслідок ізоморфної заміни елементів, тобто атомів-аморфізаторів, у базових фазах або в евтектиці. Відповідні легувальні додатки можуть збільшувати стійкість до локальної корозії завдяки утворенню пасивної плівки з ліпшими захисними характеристиками, що змінюють кінетику розчинення поверхні, а також зменшують здатність пітингів швидко розчинятися. Однак легувальні елементи, введені для покращення механічної міцності, не розподілені рівномірно по всій основі матриці, а наявні як зони, виділення чи інтерметалічні сполуки різних форм, розмірів і складів, що також безсумнівно визначає тривкість сплавів у середовищах з різною кислотністю [1–4].

Дослідження структури об'ємних зразків, виготовлених у формі пластинок та стержнів товщиною від 3 до 5 мм, показало, що переважна більшість з них також має кристалічну структуру. В ОАС, які складаються із великої кількості елементів з різним діаметром атомів, реалізується одна з переваг швидкозагартованих сплавів, а саме можливість змішування різних хімічних елементів без утворення фаз і сполук, що забезпечують однорідність хімічного складу виробу. Поєднання високих інтервалів пружності і міцності дає змогу широко використовувати об'ємні аморфні сплави [1].

Важливими є також електричні властивості аморфних сплавів, для яких характерний вищий питомий електричний опір, ніж в кристалічних аналогів (у 3–5 разів). Крім того, опір металевих сплавів в аморфному стані в певних температурних діапазонах характеризується слабкою залежністю від температури, а іноді навіть зменшується зі зростанням температури. Деякі аморфні сплави проявляють навіть властивість надпровідності, зберігаючи при цьому добру пластичність [2, 3].

Аморфні сплави мають дуже незначний залишковий магнетизм, що дає можливість їх використовувати як для сердечників трансформаторів, які можна легко намагнічувати і розмагнічувати при застосуванні дуже слабкого електричного поля. Зокрема, аморфні сплави на основі заліза мають високу магнітну проникність [4]. Їх використовують не тільки у постійних магнітних полях, а й, в силу широких сфер застосування, вони потрапляють у змінні магнітні поля. Наприклад, електромагнітна система захисту товару від крадіжок складається з антизлодійських воріт і магнітної етикетки, яку наносять на товар. Очевидно, що вплив змінного магнітного поля приводить до переміни магнітних властивостей аморфного сплаву, також при цьому може мінятись і структура зразка, який переходить із аморфного у нанокристалічний стан [5, 6]. Такі зміни впливають на електрохімічну поведінку ОАС [7–14].

2. Матеріали та методика експерименту

Досліджували зміну корозійної тривкості об'ємного аморфного металевого сплаву на основі феруму:

$$(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}\text{-}(Mo_4Cr_2V_1)_7\text{-}Al_2\text{-}(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$$

Сплав виготовлено і передано для дослідження з Інституту металофізики НАН України, м. Київ. Усі дослідження проводили в 0,5 М розчинах натрій хлориду (NaCl), натрій гідроксиду (NaOH) та хлоридної кислоти (HCl).

Оцінювали корозійну тривкість сплаву в агресивних середовищах 0,5 М водного розчину натрію хлориду, натрій гідроксиду та хлоридної кислоти методами хронопотенціометрії та циклічної вольтамперометрії на потенціостаті ПИ-50-1.

Мікроскопічні дослідження проводили на скануючому (растровому) електронному мікроскопі JSM-6480 фірми JEOL. Визначення елементного складу виконували за допомогою енергодисперсійного спектрометра Oxford INCAEnergy 51-ADD0098, приєднаного до електронного мікроскопа Jeol 7000F.

Питомий електроопір аморфних і нанокристалічних зразків сплавів оцінювали стандартним чотиризондовим методом з використанням цифрового омметра.

Вплив магнітного поля на електрохімічні характеристики аморфного сплаву проводили їхнім попереднім витримуванням в змінному магнітному полі (ЗМП) частотою 50 Гц, яке створювали у спеціально сконструйованому пристрої. Тривалість експозиції зразка у ЗМП – 0,5, 1,0, 3,0 год.

3. Результати досліджень та їх обговорення

Аналіз електрохімічних характеристик сплаву, отриманих хронопотенціометрично у 0,5 М водних розчинах NaCl, HCl та NaOH (рис. 1, табл. 1) показав, що найвід'ємніше значення потенціалів є у розчині NaOH. Отже, у цьому розчині зразок є найменш корозійно тривким. Значення потенціалів у водних розчинах NaCl та HCl є близькими. Найвища корозійна тривкість $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ простежується у 0,5 М водному розчині HCl.

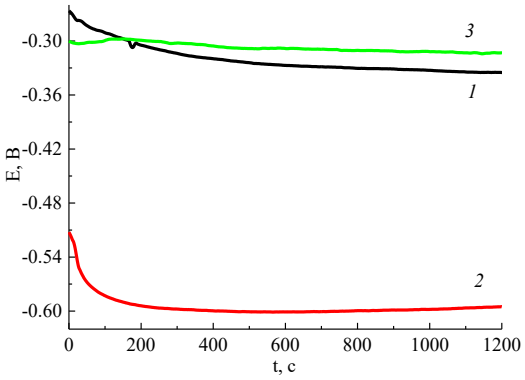


Рис. 1. Встановлення потенціалу $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ у 0,5 М водних розчинах: NaCl (*1*); NaOH (*2*) та HCl (*3*)

Fig. 1. Determination of the potential of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ in 0.5 M aqueous solutions: NaCl (*1*); NaOH (*2*) and HCl (*3*)

Таблиця 1

Результати хронопотенціометричних досліджень $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ у різних середовищах

Table 1

Results of chronopotentiometric studies of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ in different media

Розчин	$-E_0$, В	$-E_к$, В	ΔE, В	$v \cdot 10^4$, В/с
0,5 М NaCl	0,27	0,34	0,07	3,33
0,5 М NaOH	0,51	0,60	0,09	10,00
0,5 М HCl	0,30	0,31	0,01	1,67

Порівняння значень потенціалів та струмів корозії зразка сплаву у 0,5 М водному розчині натрій хлориду, натрій гідроксиду та хлоридній кислоті (табл. 2) показує, що найтривкішим цей зразок був у розчині HCl, в якому значення потенціалів найдодатніші, а значення струмів корозії найнижчі. Найнижча корозійна тривкість простежується у водному розчині NaOH.

Таблиця 2

Електрохімічні характеристики $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ у 0,5 М водному розчині NaCl, NaOH та HCl

Table 2

Electrochemical characteristics of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ in 0.5 M aqueous solution of NaCl, NaOH and HCl

№ циклу	NaCl		NaOH		HCl	
	$-E_{кор}$, В	$i_{кор} \cdot 10^5$, А/см^2	$-E_{кор}$, В	$i_{кор} \cdot 10^5$, А/см^2	$-E_{кор}$, В	$i_{кор} \cdot 10^5$, А/см^2
1	0,79	0,55	0,92	1,88	0,29	0,04
2	0,96	0,55	0,91	4,17	0,29	0,07
3	0,97	0,44	0,91	3,19	0,31	0,05
4	0,98	0,25	0,91	9,56	0,31	0,28
5	0,97	0,25	0,92	3,19	0,30	0,24
6	0,96	1,09	0,92	2,53	0,31	0,21
7	0,94	1,01	0,92	1,88	0,30	0,33
8	0,92	1,26	0,92	2,54	0,31	0,35
9	0,92	0,88	0,91	5,48	0,31	0,62
10	0,92	0,32	0,91	6,94	0,31	0,66

Під час циклічної поляризації зразків простежується пасивація поверхні і зниження значень струмів корозії у NaCl. Однак в таких умовах пасиваційні захисні поверхневі шари об'ємного зразка піддаються деякому руйнуванню і струми корозії дещо зростають у HCl, а потенціали корозії зсуваються в катодну сторону у всіх розчинах.

Аналіз електрохімічних характеристик сплаву, отриманих хронопотенціометрично у 0,5 М водному розчині NaCl за різного часу намагнічення, показав, що значення потенціалів є додатнішими після намагнічування протягом 0,5, 1 і 3 год. Отже, корозійна тривкість сплаву збільшується внаслідок дії ЗМП.

Аналізуючи електрохімічні характеристики $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$, отримані вольтамперометрично у 0,5 М водному розчині NaCl (рис. 2, табл. 4), виявлено, що попередня тригодинна модифікація аморфного сплаву у ЗМП сприяє підвищенню корозійної тривкості. Струми корозії сплаву знижуються, а потенціал корозії зсувається в анодну сторону.

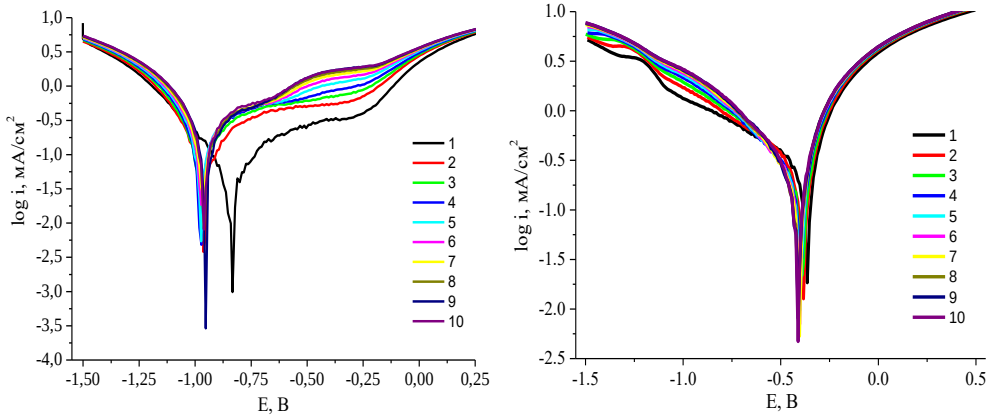
Таблиця 3

Результати хронопотенціометричних досліджень сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$, підданого впливу ЗМП у 0,5 М водному розчині NaCl

Table 3

Results of chronopotentiometric studies of the alloy $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ exposed to an AMF in 0.5 M aqueous NaCl solution

ЗМП, год	$-E_0$, В	$-E_к$, В	ΔE, В	$\nu_{60}\cdot10^4$, В/с
–	0,34	0,40	0,06	10,0
0,5	0,21	0,33	0,12	6,67
1,0	0,22	0,34	0,12	6,67
3,0	0,29	0,37	0,08	5,00



а *б*

Рис. 2. Вольтамперограми у 0,5 М водному розчині NaCl сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ (*а*) та після 3 год експозиції у ЗМП (*б*)

Fig. 2. Voltamperograms in 0.5 M aqueous NaCl solution of the alloy $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ (*a*) and after 3 h of exposure to the AMF (*b*)

Електрохімічні характеристики металевих сплавів суттєво залежать від структури, морфології та елементного складу поверхні, тому визначали елементний склад та досліджували поверхню зразка (рис. 3, табл. 5). Об'ємний зразок має розвинену поверхню, що зумовлює їх дещо нижчу тривкість у всіх досліджуваних розчинах незалежно від елементного складу.

Таблиця 4

Електрохімічні характеристики $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$, модифікованого у ЗМП, у 0,5 М водному розчині NaCl

Table 4

Electrochemical characteristics of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$, modified in AMF, in 0.5 M aqueous NaCl solution

Цикл	ЗМП, год							
	–		0,5		1,0		3,0	
	$-E_{кор}$, В	$i_{кор}\cdot10^5$, А/см^2	$-E_{кор}$, В	$i_{кор}\cdot10^5$, А/см^2	$-E_{кор}$, В	$i_{кор}\cdot10^5$, А/см^2	$-E_{кор}$, В	$i_{кор}\cdot10^5$, А/см^2
1	0,83	0,98	0,85	0,27	0,87	0,82	0,36	1,85
2	0,96	0,37	0,93	0,10	0,97	0,83	0,38	1,27
3	0,97	0,43	0,94	1,58	0,96	1,44	0,39	2,18
4	0,97	0,48	0,94	1,40	0,95	0,78	0,40	2,78
5	0,97	0,54	0,94	0,08	0,94	0,75	0,40	0,97
6	0,97	1,85	0,94	1,28	0,93	1,08	0,40	0,80
7	0,96	2,30	0,93	0,18	0,92	0,85	0,40	0,70
8	0,96	0,83	0,92	0,10	0,91	0,86	0,41	0,53
9	0,95	0,80	0,90	1,88	0,91	0,75	0,41	0,49
10	0,96	0,29	0,89	0,12	0,90	0,72	0,41	0,47

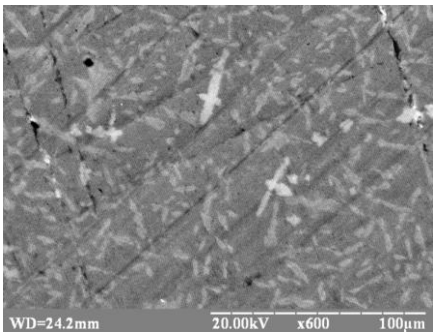


Рис. 3. СЕМ- зображення поверхні $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$
Fig. 3. SEM- image of the surface of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$

Окрім Fe, на поверхні сплаву є невелика кількість Cr, Mo, які саме надають сплаву високу опірність до руйнування. Другий по кількості після Fe є Ni, який робить сплав набагато міцнішим, хоча такі слави є не дуже стійкими до фізичних впливів. Розподіл елементів по поверхні також нерівномірний (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст хімічних елементів на поверхні об'ємного зразка $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ (ат. %)

Table 5

The content of chemical elements on the surface of the bulk sample $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ (at. %)

Фаза	Елемент								
	Fe	Co	Cr	V	Mo	Al	Ni	P	Si
Вихідний зразок									
Темна	66,94	7,82	2,52	0,63	3,44	1,01	9,28	6,30	2,06
Сіра	37,55	8,19	5,14	2,05	17,9	0,94	5,47	21,2	1,44
Світла	32,95	6,92	6,26	2,80	27,9	0,61	10,9	4,30	7,23
Зразок, витриманий у змінному магнітному полі 3 год									
Темна	70,67	8,55	2,13	0,52	5,65	1,00	5,43	6,12	1,87

Однією з важливих характеристик об'ємних аморфних сплавів є електроопір. Очевидно, після модифікації ЗМП опір $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ також може змінитися і це важливо в умовах практичного використання таких матеріалів (табл. 6).

Таблиця 6

Значення опорів $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ залежно від тривалості модифікації у ЗМП

Table 6

Resistance values of $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ depending on the duration of modification in the AMF

Тривалість впливу ЗМП	ρ, мкОм·см
–	3,88
0,5 год	1,64
1,0 год	1,35
3,0 год	0,65

Отримані результати свідчать про те, що під дією ЗМП опір таких матеріалів зменшується. Це також свідчить про зміни структури сплавів під впливом змінного магнітного поля.

4. Висновки

Електрохімічні параметри, отримані методами хронопотенціометрії та циклічної вольтамперометрії, демонструють вищу корозійну тривкість зразка цього складу у середовищі 0,5 М водного розчину HCl.

Оцінено, що попередня модифікація об'ємного зразка сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ у змінному магнітному полі змінює його корозійну тривкість у досліджуваних середовищах 0,5 М водного розчину NaCl, HCl та NaOH.

Виявлено неоднорідність поверхні зразка сплаву $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ та визначено елементний склад поверхневих фаз до та після модифікації. Показано зміну елементного складу поверхні зразка після модифікації змінним магнітним полем.

5. Подяка

Подані результати досліджень отримано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України (номер державної реєстрації держбюджетної теми: 0123U101830 “Нанокристалізація аморфних сплавів на основі кобальту: кінетика, властивості, застосування”).

Автори вдячні за часткову фінансову підтримку Фонду Саймонса (SFI-PD-Ukraine-00014574).

---

1. *Gao K., Zhu X. G., Chen L.* et al. Recent development in the application of bulk metallic glasses // J. Mater. Sci. Technol. 2022. Vol. 131. P. 115–121. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jmst.2022.05.028
2. *Babilas R., Nowosielski R.* Iron- based bulk amorphous alloys // Arch. Mater. Sci. Eng. 2010. Vo1. 44/1. P. 5–27.
3. *Inoue A.* Stabilization of metallic supercooled liquid and bulk amorphous alloys // Acta Mater. 2000. Vol. 48. P. 279–306. DOI: https://doi.org/10.1016/S1359-6454(99)00300-6/
4. *Wang W. H., Dong C., Shek C. H.* Bulk metallic glasses // Mater. Sci. Eng. 2004. Vol. 44. P. 45–89. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mser.2004.03.001/
5. *Kulik T.* Nanocrystallization of metallic glasses // J. Non-Cryst. Solids. 2001. Vol. 287. P. 145–161. DOI: https://doi.org/10.1016/S0022-3093(01)00627-5
6. *Gu Yue, Chao Yue-Sheng, Zhang Yan-Hui* Soft magnetic properties of amorphous $F_{e52}C_{o34}H_{f7B6}C_{u1}$ alloy treated by pulsed magnetic field and annealing // Chin. Phys. B. 2012. Vol. 21, No. 12. P. 127805-1–127805-4.
7. *Hertsyk O. M., Hula T. H., Yezerska O. A.* et al. The Influence of the Composition of Amorphous Alloys on Their Corrosion Resistance in Aggressive Environments of Different Nature // Mater. Sci. 2024. Vol. 59, No. 5. P. 546–553. DOI: https://doi.org/10.1007/s11003-024-00810-w
8. *Pereverzieva T., Hertsyk O., Kovbuz M., Boichyshyn L., Rudenko O., Nizameiev M.* Comparison of corrosion resistance of bulk and tape amorphous $Fe_{60}Co_7Cr_4V_2W_1Mo_1Nb_1B_{20}C_2Si_2$ alloy in different aggressive environment // Proc. Shevchenko Sci. Soc. Chem. Sci. 2016. Vol. XLIV. P. 86–95.
9. *Hairule Yi., Liang D., Chen T.* et al. Micro-scale corrosion behaviours of the Fe-based amorphous alloy coating in alkaline solutions in three-dimensions // J. Mater. Res. Technol. 2025. Vol. 35. P. 2984–2993. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.01.222
10. *Wang M., Zhong Y., Liang D.* et al. Investigation on pitting corrosion mechanism of the Fe-based amorphous alloy coating by three-dimensional X-ray imaging at micro-scale // J. Mater. Res. Technol. 2023. Vol. 26. P. 6405–6418. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.09.026

11. *Hertsyk O. M., Kovbuz M. O., Hula T. H.* et al. Corrosion resistance of modified amorphous alloys based on iron in sulfuric acid // Mater. Sci. 2021. Vol. 6. P. 755–763. DOI: https://doi.org/10.1007/s11003-021-00492-8
12. *Li C. Y., Wang H. B., Li J. L.* et al. Corrosion and mechanical properties of novel Fe-based bulk amorphous alloys // J. Mater. Eng. Perform. 2023. Vol. 32. P. 3974–3979. DOI: https://doi.org/10.1007/s11665-022-07371-6
13. *.Li C., Wang H., Ding J.* et al. Effects of heat treatment on HVOF-sprayed Fe-based amorphous coatings // Surf. Eng. 2021. Vol. 37. P. 590–598. DOI: https://doi.org/10.1080/02670844.2020.1759936
14. *Zuo Y., Wang S. L., Huang Y.* et al. Corrosion resistance of Fe-based bulk amorphous alloy with sulfide inclusion // Acta Metall. Sin-Engl. 2018. Vol. 31. P. 1098–1108. DOI: https://doi.org/10.1115/PVP2006-ICPVT-11-93835

CORROSION ACTIVITY OF AMORPHOUS ALLOY $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ IN AQUEOUS SOLUTIONS: EFFECT OF MAGNETIC TREATMENT

O. Hertsyk[1], V. Slobodnyj[1], N. Pandiak[2], M. Tashak[3], H. Tkachuk[4]

[1]Ivan Franko National University of Lviv,
Kyryla i Mefodiya Str., 6, 79005 Lviv, Ukraine;

[2]Ukrainian National Forestry University,
Gen. Chuprynka Str., 103, 79057 Lviv, Ukraine;

[3]Lviv Polytechnic National University,
Stepana Bandery Str., 12, 79013 Lviv, Ukraine;

[4]Khmelnytskyi National University,
Instytutska Str., 11, 29016 Khmelnytskyi, Ukraine

Bulk amorphous alloys (BAA) attract attention due to the possibility of obtaining products with an amorphous structure using relatively low melt cooling rates of 10^2–10^4 K/s. Such a decrease in the cooling rate leads to the formation of a special short-range order structure and to a change in a number of physicochemical properties of the BAAs. The unique properties of such materials have shown that they can be used in many industries and, therefore, are important technical materials.

The electrical properties of amorphous alloys are also important, which are characterized by a higher electrical resistivity than crystalline analogues (3–5 times).

In addition, the resistance of metal alloys in the amorphous state in certain temperature ranges is characterized by a weak dependence on temperature, and sometimes even decreases with increasing temperature. Some amorphous alloys even exhibit the property of superconductivity, while maintaining good plasticity.

The corrosion resistance of the bulk amorphous alloy $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ in aggressive media of different composition was evaluated using various physicochemical methods: 0.5 M aqueous solutions of NaCl, NaOH, and HCl.

For the first time, a bulk sample of the alloy $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ was modified by preliminary exposure to an alternating magnetic field and it was found that such modification increases its corrosion resistance in an environment of 0.5 M aqueous solutions of NaCl and HCl and reduces it in a 0.5 M aqueous solution of NaOH.

The surface heterogeneity of the alloy sample $(Fe_{55}Ni_8Co_6)_{69}$-$(Mo_4Cr_2V_1)_7$-Al_2-$(P_9C_6B_5Si_2)_{22}$ was established and the elemental composition of the surface phases before and after modification was determined. The change in the elemental composition of the sample surface after modification by an alternating magnetic field was shown.

Keywords: bulk amorphous alloys, iron, corrosion resistance, modification, magnetic field.

Отримано 10.11.2025;
в остаточному вигляді – 22.01.2026;
прийнято до друку – 12.02.2026;
оприлюднено онлайн − 06.11.2026.