

ВПЛИВ ТЕРМООБРОБКИ ТА ЗМІННОГО МАГНЕТНОГО ПОЛЯ НА ХІМІЧНИЙ ОПІР АМОΡФНИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ ФЕРУМУ

О. М. ГЕРЦИК¹, М. О. КОВБУЗ¹, Т. Г. ПЕРЕВЕРЗЄВА¹,
А. К. БОРИСЮК², Л. М. БОЙЧИШИН¹

¹ Львівський національний університет імені Івана Франка;

² Національний університет "Львівська політехніка"

Методами хронопотенціометрії, вольтамперометрії та електронної сканувальної мікроскопії досліджено вплив модифікації аморфних металевих сплавів (АМС) $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ і $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ термообробкою (373 і 473 К), витриманням у змінному магнетному полі (ЗМП) (50 Hz) та поєднанням комбінованої термічної і магнетної обробки різної тривалості на швидкість корозії поверхні АМС у еталонному розчині NaCl. Показано, що для суттєвого підвищення корозійної тривкості сплаву $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ можна використовувати дію ЗМП упродовж 3 h, а для сплаву $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ – дію ЗМП упродовж 3 h і відпал при 473 К упродовж 1 h.

Ключові слова: аморфні сплави на основі Fe, термообробка, змінне магнетне поле.

Аморфним металевим сплавам (АМС) на основі Fe притаманний надзвичайно високий рівень магнетом'яких властивостей: рекордно низькі коерцитивна сила та гістерезисні втрати, малі втрати на вихрові струми, висока магнетна проникність. Саме тому ці матеріали вже зараз використовують для виготовлення елементів магнетопроводів і вузлів електронної техніки.

Можливості практичного застосування аморфних матеріалів на сьогодні обмежені їх структурною нестабільністю, а отже, і недостатньою стійкістю цінних у прикладному плані характеристик. Цим зумовлена розробка способів керованого впливу на синтез АМС з покращеними показниками температурно-часової тривкості. Для цього необхідно встановити основні чинники, які визначають структурну стабільність АМС у реальних умовах експлуатації магнетних елементів, тобто комплекс їхніх функціональних характеристик. Відомо, що додавання атомів бору та інших аморфізаторів істотно підвищує стабільність аморфної фази на основі Fe [1, 2]. Однак механізм дії атомів аморфізаторів остаточно нез'ясований і потребує подальшого вивчення як теоретичними, так і експериментальними методами. Зокрема, важливо оцінити вплив термічної обробки та змінного магнетного поля на хімічний опір аморфного сплаву.

Методи досліджень. Об'єкти дослідження – зразки аморфних сплавів на основі Fe $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ і $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ у вигляді стрічки завтовшки 25 μm , одержані методом спінінгування (Інститут металофізики НАН України, Київ). Завдяки способу отримання розрізняють контактну (к) та зовнішню (з) поверхні стрічки АМС.

Термічну обробку (ТО) зразків аморфних сплавів здійснювали в муфельній печі типу СНОП-16.2.5./9-Н5 за температур 373 та 473 К, тривалість – 1 h. Щоб дослідити вплив магнетного поля на електрохімічні характеристики аморфних сплавів, їх витримували у змінному магнетному полі (ЗМП) з частотою 50 Hz; тривалість експозиції – 1 та 3 h. Комбінована обробка зразків аморфних сплавів поєднувала як термічну, так і обробку ЗМП у різній послідовності.

Контактна особа: О. М. ГЕРЦИК, e-mail: o.hertsyk@yahoo.com

Щоб оцінити корозійну тривкість аморфних сплавів, використовували хронопотенціометричну методику, яка дає можливість за зміною вільного потенціалу (E) досліджувати самочинні електрохімічні процеси на межі електрод–розчин. Реєстрували зміну вільного потенціалу АМС-електрода порівняно з СГ [AgCl|Ag(sat)] електродом; робочий електрод – стрічка АМС, тривалість – 1200 s. Початкові (E_0) і кінцеві (E_c) значення потенціалів визначали із залежності $E = f(t)$, а початкову швидкість зміни потенціалу упродовж 60 s за формулою $v = \frac{|E_c - E_0|}{60}$, V/s. Для

циклічної вольтамперометрії використовували трьохелектродну схему, в якій, окрім робочого та електрода порівняння, є допоміжний електрод – платинова пластинка; сканували потенціали в межах $(-1,5 \div +0,5)$ V, швидкість розгортки – 20 mV/s. Електрохімічні дослідження виконували на приладі Jaisle Potentiostat / Galvanostat IPM PC-R у 0,5 М водному розчині NaCl [3].

Мікроскопічні дослідження здійснювали за допомогою сканувальної електронної мікроскопії на базі електронного мікроскопа-мікроаналізатора РЕММА-102-02 [4].

Результати досліджень та їх обговорення. Під час відпалу зростає ймовірність переміщення атомів в об'ємі сплаву і аморфна система прямує до рівноважного стану, тобто кристалічного [5]. Наявність у сплаві Cu та Nb, або Ni та Mo одночасно сприяє двом процесам: підвищенню температури кристалізації і корозійної тривкості.

Таблиця 1. Хронопотенціометрична оцінка корозії АМС-електродів у 0,5 М водному розчині NaCl після одноденної термообробки та дії ЗМП різної тривалості

АМС	Обробка	Поверхня	$-E_0$	$-E_c$	$ \Delta E $	$v \cdot 10^{-4}$, V/s	
			V				
$Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$	–	к	0,43	0,44	0,01	7,17	
		з	0,33	0,42	0,09	6,83	
	$T = 373$ К	к	0,41	0,48	0,07	7,17	
		з	0,42	0,48	0,06	7,50	
	$T = 473$ К	к	0,24	0,36	0,12	4,50	
		з	0,21	0,35	0,14	4,00	
	1 h ЗМП	к	0,34	0,45	0,11	6,67	
		з	0,27	0,45	0,18	6,17	
	3 h ЗМП	к	0,35	0,46	0,11	6,33	
		з	0,38	0,46	0,08	7,33	
	$Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$	–	к	0,52	0,62	0,10	9,00
			з	0,50	0,66	0,16	8,67
$T = 373$ К		к	0,26	0,43	0,17	4,83	
		з	0,52	0,72	0,20	9,50	
$T = 473$ К		к	0,49	0,68	0,19	9,50	
		з	0,45	0,73	0,28	9,00	
1 h ЗМП		к	0,44	0,56	0,12	7,50	
		з	0,40	0,56	0,16	7,17	
3 h ЗМП		к	0,47	0,55	0,08	8,00	
		з	0,48	0,55	0,07	8,17	

З підвищенням температури попередньої обробки АМС $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ кінцеві значення вільного потенціалу (E_c) стають додатнішими (табл. 1), тобто зростає корозійна тривкість як зовнішньої, так і контактної поверхонь стрічки сплаву. За наявності Ni і Mo в сплаві $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ спостерігаємо протилежну залежність – підвищення температури попередньої обробки зменшує корозійну тривкість цього сплаву (табл. 1).

Характер зміни вільного потенціалу свідчить про суттєвий анодний зсув і швидку стабілізацію потенціалу сплаву $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ після термообробки впродовж 1 h при 473 K (рис. 1a). За легування АМС молібденом на кривих $E = f(t)$ простежують дві стадії активного розчинення поверхні, що пов'язано з легкою окисидів молібдену і, відповідно, руйнуванням поверхневих захисних шарів (рис. 1b). Безсумнівно, також у регулюванні нанокристалізаційними процесами відіграє важливу роль Nb, що запобігає формуванню неоднорідностей поверхні, а отже, підвищує її хімічний опір.

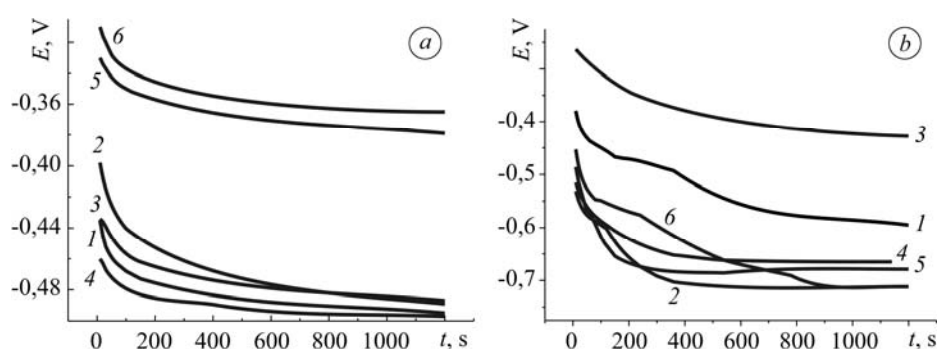


Рис. 1. Часова залежність зміни вільного потенціалу у 0,5 М водному розчині NaCl контактної (1, 3, 5) та зовнішньої (2, 4, 6) поверхонь вихідних (1, 2) АМС $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ (a) та $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ (b) та після термообробки (1 h) при 373 K (3, 4) і при 473 K (5, 6).

Fig. 1. Time dependence of free potential change in 0.5 M aqueous solution of NaCl of the contact (1, 3, 5) and external (2, 4, 6) sides of initial (1, 2) amorphous metal alloys (AMA) $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ (a) and $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ (b) and after heat treatment (1 h) at 373 K (3, 4) and at 473 K (5, 6).

Наведені (табл. 1) різниці початкових (E_0) і кінцевих (E_c) значень потенціалів, яких набуває поверхня електрода під час контакту з 0,5 М розчином NaCl. Додатки Cu та Nb в сплаві після термообробки при 473 K суттєво прискорюють (ν) стабілізацію поверхневих окисидно-відновних процесів (перша стадія до 300 s), що, очевидно, пов'язано з активною нанокристалізацією [6] і високою здатністю купруму до окиснення, що забезпечує створення щільних захисних шарів [7]. Початкова швидкість окиснення АМС-електродів незалежно від ТО чи дії ЗМП коливається в межах $(6\div 10)\cdot 10^{-4}$ V/s. Однак АМС, легований Cu і Nb, кородує повільніше навіть після ТО (табл. 1).

Вплив ЗМП на електрохімічні параметри корозії аморфних сплавів на основі Fe в 0,5 М водному розчині NaCl є неоднозначним [8]. Потенціометрична оцінка хімічної активності вихідних АМС та попередньо витриманих у ЗМП показала, що значення потенціалу зсуваються у катодний бік (хімічна активація поверхні) (табл. 1). Отже, для АМС $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ кінцеві значення E_c практично збігаються. Зниження корозійної тривкості після експозиції у ЗМП зумовлене руйнуванням окисидних захисних шарів і активацією поверхні внаслідок виходу атомів реакційноздатніших елементів. Для АМС $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ дія ЗМП,

навпаки, підвищує хімічний опір зразків, очевидно, внаслідок виходу на поверхню елементів, які активно взаємодіють з киснем атмосфери.

Дослідили також вплив на корозійну тривкість АМС $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ і $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ комбінованої обробки, яка передбачала витримування цих сплавів у ЗМП упродовж 1 та 3 h і відпалювання впродовж 1 h при 373 і 473 К. Встановлено, що важливою є послідовність досліджуваних зовнішніх впливів, тобто попереднє витримування АМС у ЗМП із подальшим відпалюванням при 373 та 473 К, і навпаки. Під час контакту з агресивним середовищем зразків АМС на основі Fe, підданих комбінованому впливу ЗМП та температури, також відбувається зсув потенціалу у катодний бік (табл. 2).

Таблиця 2. Результати потенціометричного дослідження корозії АМС на основі Fe в 0,5 М водному розчині NaCl, попередньо витриманих у ЗМП та відпалених (1 h)

Обробка	Поверхня	АМС							
		$Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$				$Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$			
		$-E_0$	$-E_c$	$ \Delta E $	$v \cdot 10^{-4}$,	$-E_0$	$-E_c$	$ \Delta E $	$v \cdot 10^{-4}$,
		V				V			
				V/s				V/s	
1 h ЗМП + + 373 К	к	0,43	0,46	0,02	7,17	0,59	0,63	0,04	9,83
	з	0,26	0,40	0,14	4,67	0,52	0,65	0,13	9,00
3 h ЗМП + + 373 К	к	0,27	0,43	0,16	5,00	0,55	0,64	0,09	9,33
	з	0,24	0,43	0,19	4,50	0,53	0,66	0,13	9,17
373 К + + 1 h ЗМП	к	0,20	0,43	0,23	4,33	0,60	0,63	0,03	10,17
	з	0,24	0,42	0,18	4,67	0,55	0,65	0,10	9,50
373 К + + 3 h ЗМП	к	0,25	0,34	0,09	4,65	0,49	0,66	0,17	8,83
	з	0,22	0,32	0,10	4,00	0,57	0,67	0,10	9,67
1 h ЗМП + + 473 К	к	0,10	0,29	0,19	2,00	0,55	0,66	0,11	9,33
	з	0,32	0,45	0,13	5,67	0,52	0,59	0,07	8,83
3 h ЗМП + + 473 К	к	0,14	0,29	0,15	2,67	0,53	0,66	0,13	9,00
	з	0,10	0,31	0,21	2,00	0,50	0,63	0,13	8,50
473 К + + 1 h ЗМП	к	0,22	0,32	0,10	3,83	0,55	0,66	0,11	9,33
	з	0,17	0,36	0,19	3,17	0,54	0,66	0,12	9,17
473 К + + 3 h ЗМП	к	0,13	0,26	0,13	2,67	0,55	0,68	0,13	9,00
	з	0,19	0,38	0,19	3,50	0,54	0,67	0,13	9,33

Аналіз результатів потенціометричних досліджень показав, що потенціали, які фіксуються в перший момент контакту електрода з агресивним середовищем і

набувають кінцевих значень упродовж визначеного часу, суттєво відрізняються в різнолегованих АМС $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ та $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$. Так, для АМС $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ збільшення часу експозиції від 1 до 3 h у ЗМП та підвищення температури обробки активізує поверхню і кінцеві значення потенціалів зсуваються в катодну область, тобто корозійна тривкість цього сплаву знижується. Поверхня АМС $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ під дією ЗМП та ТО стабілізується. Покращення корозійної тривкості у 0,5 М розчині NaCl найпомітніше після 3 h експозиції у ЗМП та обробці при 473 К.

Підтвердженням даних хронопотенціометрії є результати вольтамперометричних досліджень (рис. 2, табл. 3). ЗМП сприяє руйнуванню оксидних захисних шарів і зумовлює приріст струмів корозії. Термообробка сплаву $Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$ після ЗМП суттєво знижує струми корозії. Хімічна активність АМС $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ помітно підвищується після дії ЗМП упродовж 1 h; за 3 h ЗМП, навпаки, струми корозії помітно знижуються. В результаті ТО при 473 К (1 h) струми корозії збільшуються приблизно в 3 рази. Дія ЗМП упродовж 3 h після ТО особливо активізує зовнішню поверхню стрічки сплаву.

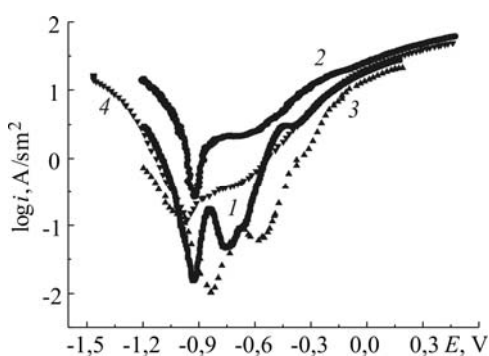


Рис. 2. Вольтамперограми контактної поверхні електрода $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ у 0,5 М водному розчині NaCl вихідного АМС (1) та після модифікації: 3 h ЗМП (2), 3 h ЗМП + 473 К (3) та 473 К + 3 h ЗМП (4).

Fig. 2. Voltamperograms of contact side of the electrode $Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$ in 0.5 M aqueous solution of NaCl of initial AMA (1) and after modification: 3 h in variable magnetic field (VMF) (2), 3 h in VMF + 473 K (3) and 473 K + 3 h in VMF (4).

Таблиця 3. Електрохімічні параметри корозії АМС у 0,5 М водному розчині NaCl (1 та 10 cycles сканування потенціалу)

Цикл	Поверхня	Обробка									
		–		1 h ЗМП		3 h ЗМП		3 h ЗМП + 473 К		473 К + 3 h ЗМП	
		$-E_{corr}$, V	$i_{corr} \times 10^5$, A/sm ²	$-E_{corr}$, V	$i_{corr} \times 10^5$, A/sm ²	$-E_{corr}$, V	$i_{corr} \times 10^5$, A/sm ²	$-E_{corr}$, V	$i_{corr} \times 10^5$, A/sm ²	$-E_{corr}$, V	$i_{corr} \times 10^5$, A/sm ²
$Fe_{73,1}Cu_{1,0}Nb_{3,0}Si_{15,5}B_{7,4}$											
1	к	0,84	1,76	0,70	2,70	0,72	5,43	0,96	1,15	0,96	4,87
	з	0,82	0,91	0,74	5,49	1,12	7,60	0,97	0,53	0,84	2,30
10	к	0,84	0,77	0,93	1,84	0,81	5,30	0,93	2,21	0,90	2,75
	з	0,87	0,94	0,88	1,52	1,12	7,74	0,94	0,69	0,88	4,00
$Fe_{78,5}Ni_{1,0}Mo_{0,5}Si_{6,0}B_{14,0}$											
1	к	0,93	2,63	0,94	8,10	0,92	1,04	0,80	5,06	0,83	3,94
	з	0,85	2,25	0,94	4,67	0,94	3,78	0,61	5,56	0,51	7,00
10	к	0,92	1,25	0,93	8,19	0,97	2,86	0,78	5,80	0,85	4,26
	з	0,96	1,15	0,93	8,45	0,97	3,99	0,63	5,25	0,64	7,06

Порівнюючи мікрофотографії АМС (рис. 3), відзначаємо вплив міді у складі сплаву, яка сприяє утворенню щільних покривів [9]. Отже, можна припустити, що поверхня сплаву, легованого міддю, краще захищена від корозивної дії агресивних середовищ оксидно-гідроксидними шарами.

Дія ЗМП зумовлює руйнування щільних оксидних шарів і вихід на поверхню металевих елементів [10]. Зняті мікрофотографії поверхні АМС після витримання у ЗМП упродовж 3 h з частотою 50 Hz (рис. 3) відрізняються від мікрофотографій вихідних зразків тим, що на сірому фоні з'являються темні області, позбавлені оксидних шарів, що вказує на скупчення металевих елементів (Fe, Ni).

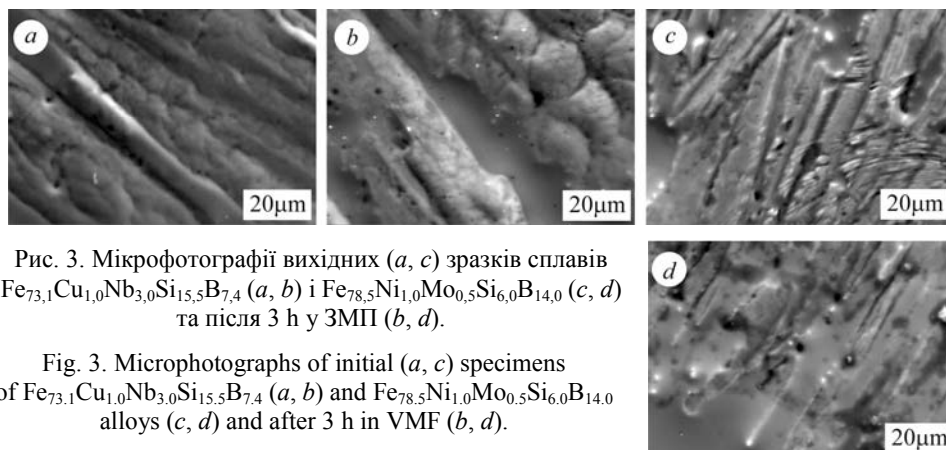


Рис. 3. Мікрофотографії вихідних (а, с) зразків сплавів $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ (а, б) і $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ (с, д) та після 3 h у ЗМП (б, д).

Fig. 3. Microphotographs of initial (a, c) specimens of $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ (a, b) and $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ alloys (c, d) and after 3 h in VMF (b, d).

ВИСНОВКИ

За різної тривалості ЗМП (1 і 3 h) для АМС $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ найбільша корозійна тривкість у вихідного зразка цього сплаву. Зниження корозійної тривкості після дії ЗМП зумовлене руйнуванням його щільних захисних оксидних шарів і активацією електрохімічної реакції, що підтверджується електронною сканувальною мікроскопією. Для АМС $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ експозиція у ЗМП сприяє виходу на поверхню металевих елементів (Ni, Mo), які, швидко окиснюючись, утворюють захисні шари.

Встановлено, що для АМС $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ підвищення температури попередньої обробки зумовлює зсув кінцевих значень вільного потенціалу в анодний бік, тобто підвищується корозійна тривкість як зовнішньої, так і контактної поверхонь цього сплаву. Підвищення температури попередньої обробки до 473 K сплаву $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ знижує його корозійну тривкість.

Для АМС $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ послідовна дія ЗМП та термообробки стабілізує його поверхню. Корозійної тривкості у 0,5 M розчині NaCl підвищується в результаті експозиції у ЗМП упродовж 3 h та обробки при 473 K упродовж 1 h. Корозійна тривкість сплаву $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ зростала після дії ЗМП (3 h), про що свідчить зменшення різниці катодного зсуву вільного потенціалу.

Згідно з вольтамперометрією, хімічна активність АМС $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ помітно підвищується після дії ЗМП упродовж 1 h, але його дія упродовж 3 h, навпаки, помітно знижує струми корозії. В результаті ТО при 473 K (1 h) струми корозії збільшуються приблизно в 3 рази. Дія ЗМП упродовж 3 h після ТО особливо активізує зовнішню поверхню стрічки сплаву.

РЕЗЮМЕ. Методами хронопотенциометрії, вольтамперометрії и електронной сканирующей микроскопии исследовано влияние модификации аморфных металлических сплавов (АМС) $Fe_{78.5}Ni_{1.0}Mo_{0.5}Si_{6.0}B_{14.0}$ и $Fe_{73.1}Cu_{1.0}Nb_{3.0}Si_{15.5}B_{7.4}$ термической обработкой (373 и 473 K), экспозицией в переменном магнитном поле (ПМП) (50 Hz), а также комби-

нированной термической и магнитной обработкой различной длительности на скорость коррозии поверхности АМС в эталонном растворе NaCl. Для повышения коррозионной устойчивости сплава $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ можно использовать действие ПМП в течении 3 h, а в случае $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ – действие ПМП в течении 3 h и термообработку при 473 K в течении 1 h.

SUMMARY. The influence of the modification of amorphous metallic alloys (AMA) $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ and $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ by heat treatment (373 and 473 K), using the variable magnetic field (VMF) (50 Hz) and combination of thermal and magnetic treatments various exposition on the rate of surface corrosion of AMA in NaCl aqueous solution was investigated by chronopotentiometric, voltamperometric and electronic scanning microscopy methods. To increase corrosive resistance of $\text{Fe}_{78,5}\text{Ni}_{1,0}\text{Mo}_{0,5}\text{Si}_{6,0}\text{B}_{14,0}$ alloy a 3 h exposition in VMF and of $\text{Fe}_{73,1}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{3,0}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ alloy – 3 h exposition in VMF and heat treatment at the temperature of 473 K for 1 h can be used.

1. *Inoue A.* Stabilization of metallic supercooled liquid and bulk amorphous alloys // *Acta Materials.* – 2000. – **48**. – P. 279–306.
2. *Герцик О., Ковбуз М., Беднарська Л.* Аморфізація та елементний склад металевих сплавів як антикорозійні чинники // *Фіз.-хім. механіка матеріалів. Спец. вип.* – 2001. – № 2. – С. 178–182.
3. *Модифікація* поверхні магнетом'яких аморфних сплавів олігомерами для створення тривких антикорозійних покриттів / О. М. Герцик, М. О. Ковбуз, О. А. Єзерська, Т. Г. Переверзева // *Фіз.-хім. механіка матеріалів.* – 2011. – **47**, № 3. – С. 116–121.
(*Hertsyk O. M., Kovbuz M. O., Ezers'ka O. A., and Pereverzeva T. H.* Modification of the surface of soft magnetic amorphous alloys by oligomers for the formation of durable corrosion-resistant coatings // *Materials Science.* – 2011. – **47**, № 3. – P. 401–407.)
4. *Тузяк О. Я., Курляк В. Ю.* Основи електронної та зондової мікроскопії. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. – 296 с.
5. *Особливості* формування поверхневих шарів олігопероксидів на скляній поверхні / О. М. Герцик, М. О. Ковбуз, А. М. Коструба, Л. М. Бойчишин // *Хімія, фізика та технологія поверхні.* – 2010. – **1**, № 4. – С. 431–435.
6. *May J. E., Nascente P. A. P., and Kuri S. E.* Corrosion processes and their influence on the magnetic flux density of FeNbCuSiB alloys // *Corrosion Science.* – 2006. – **48**. – P. 1721–1732.
7. *Байрачний Б. И., Ильяшенко Т. А., Фундука Т. М.* Катодные процессы в хлоридных растворах железа и меди // *Укр. хим. журн.* – 1995. – **61**, № 9. – С. 34–37.
8. *Золотухин И. В.* Успехи физических наук. – М.: Наука, 1990. – 726 с.
9. *Особливості* електрохімічного розчинення аморфного сплаву $\text{Fe}_{73,7}\text{Cu}_{1,0}\text{Nb}_{2,4}\text{Si}_{15,5}\text{B}_{7,4}$ / О. М. Герцик, М. О. Ковбуз, Л. М. Беднарська та ін. // *Вісник Львівськ. ун-ту. Серія хім.* – 2003. – Вип. 43. – С. 205–208.
10. *Трансформація* структури при термо- та термоманетній обробці аморфних стопів на основі кобальту / С. І. Мудрий, Л. М. Беднарська, М. О. Ковбуз та ін. // *Металлофізика и новейшие технологии.* – 2005. – **27**, № 9. – С. 1187–1191.

Одержано 09.07.2013