

СЕКЦІЯ 5 ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 669.47:539.89:539.219

Мазанко В.Ф, докт. техн. наук, професор
Мордюк Б.Н., докт. фіз.-мат. наук
Герцкен Д.С., канд. фіз-мат. наук
Богданов С.Є., канд. фіз-мат. Наук

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ, vmazanko@imp.kiev.ua

ПАРАМЕТРИ ДИФУЗІЇ РАДІОАКТИВНОГО ВУГЛЕЦЮ ^{14}C У ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВАХ ПРИ ІЗОТЕРМІЧНОМУ ВІДПАЛІ

Дослідження проведено на двох сплавах: AlFeNiCoCuCr та FeMnNiAlCrCo. Відпал зразків при цементації проводили при температурі 950°C протягом 2-х год. у печі типу СЦОЛ. Попередньо зразки вміщували у сталевий контейнер діаметром 20 та довжиною 60 мм. Після цього об'єм контейнера заповнювали порошком карбюризатора, який містив речовину BaCO_3 . У даній сполуці стабільний вуглець ^{12}C заміщувався на радіоактивний вуглець ^{14}C .

Після ізотермічного відпалу зразки розрізали на дві частини, шліфували та вміщували на фотоплівку типу РFH-T фірми Kodak. Тривалість експонування зразків на вказаній плівці складала від декількох до десятків годин в залежності від радіоактивності зразків. Слід відзначити, що особливістю використаної фотоплівки є те, що світлочутливий шар нанесено на неї тільки з одного боку. Після проявлення плівки дифузійну зону проникнення радіоактивного ізоотопу в сплав фотометрували на мікрофотометрі МФ-4 в автоматичному режимі. Концентраційні криві розподілу радіоактивного ізоотопу в зразках будувались по вісям X – мкм та Y – одиниці почорніння (S), пропорційні концентраціям (C) радіоактивного вуглецю (рис. 1). Для визначення величини коефіцієнта дифузії використано метод [1].

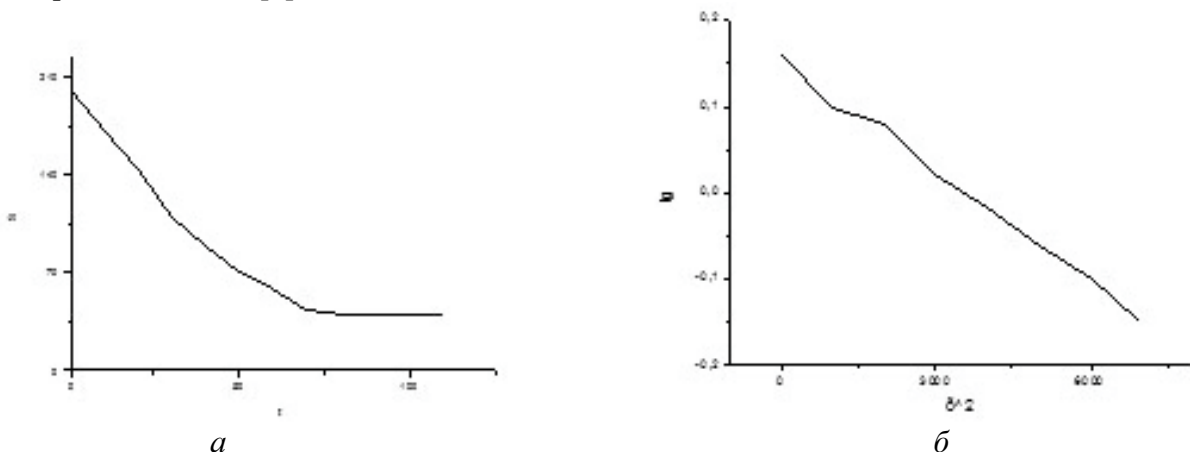


Рис. 1 – Концентраційний розподіл ^{14}C у сплаві AlFeNiCoCuCr після відпалу.

У табл.1 представлено дані розрахунків коефіцієнтів дифузії для міграції радіоактивного вуглецю в компонентах сплаву А1 – AlFeNiCoCuCr, знайдені в літературних джерелах [1, 2]. Дані стосовно дифузії вуглецю в алюмінії, марганці та міді в літературних джерелах не знайдені.

Як видно з таблиці, значення коефіцієнтів дифузії для розглянутих елементів знаходяться в діапазоні $(1.04-4.6) \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$.

Величини коефіцієнтів дифузії радіоактивного вуглецю у високоентропійних сплавах надані в табл. 2. В табл. 3 представлені відношення значень коефіцієнтів дифузії у високоентропійних сплавах до значень коефіцієнтів дифузії радіоактивного вуглецю в компонентах цих сплавів.

Таблиця 1 – Величини коефіцієнтів дифузії радіоактивного вуглецю ^{14}C у компонентах сплавів AlFeNiCoCuCr та FeMnNiAlCrCo.

Елемент	Co	Cr	Fe	Ni
Дифундуючий елемент	^{14}C	^{14}C	^{14}C	^{14}C
Температура відпалу, К	1223	1223	1223	1223
Тривалість відпалу, год	2	2	2	2
Коефіцієнт дифузії D, cm^2/c	$1.04 \cdot 10^{-8}$	$2.6 \cdot 10^{-8}$	$4.6 \cdot 10^{-8}$	$3.3 \cdot 10^{-8}$
lgD	-8.02	-8.41	-8.66	-8.52

Таблиця 2 – Величини коефіцієнтів дифузії ^{14}C у високоентропійних сплавах.

Сплав	AlFeNiCoCuCr	FeMnNiAlCrCo
Коефіцієнт дифузії ^{14}C у сплаві, cm^2/c	$2.4 \cdot 10^{-9}$	$3.8 \cdot 10^{-9}$
lg D _{Al}	-9.38	-9.58

Таблиця 3 – Відношення значень коефіцієнтів дифузії радіоактивного вуглецю у високоентропійних сплавах до величин коефіцієнтів дифузії у їх компонентах.

Сплав	AlFeNiCoCuCr	FeMnNiAlCrCo
Коефіцієнт дифузії у сплаві, cm^2/c	$2.4 \cdot 10^{-9}$	$3.8 \cdot 10^{-9}$

Компонент	Co	Cr	Fe	Ni	Co	Cr	Fe	Ni
Коефіцієнт дифузії, cm^2/c	$1.04 \cdot 10^{-8}$	$2.6 \cdot 10^{-8}$	$4.6 \cdot 10^{-8}$	$2.1 \cdot 10^{-8}$	$1.04 \cdot 10^{-8}$	$2.6 \cdot 10^{-8}$	$4.6 \cdot 10^{-8}$	$2.1 \cdot 10^{-8}$
Відношення коефіцієнтів дифузії	24	9.2	5.2	11	37.6	15	8	18

Таким чином, можна вважати встановленим, що рухливість у ВЕС атомів вуглецю, який є елементом втілення, приблизно у 5 – 40 разів нижче за їх рухливість у компонентах сплавів. Слід зауважити, даний ефект має місце також для дифузії елементів заміщення в ВЕС та компонентів сплавів.

Наявність у ВЕС марганцю замість міді спричинює рухливість у півтора рази більше, однак вона все одно залишається нижчою, ніж у компонентах сплавів. Це не стосується марганцю, для якого відсутні літературні дані. В подальшому подібні експерименти будуть проведені за інших температур.

Список посилань

1. Лариков, Л. Н. Диффузия в металлах и сплавах. Справочник. [Текст]/ Л. Н. Лариков, В. И. Исайчев – Киев: Наукова думка, 1987. – 512 с.
2. Федоров, Г. Б. Диффузия в реакторных материалах. [Текст]/ Г. Б. Федоров, Е. А. Смирнов – Россия: Атомиздат, 1978. – 160 с.