

Наряду с этим, при температурах выше температуры стеклования, когда в сплаве $Zr_{55}Cu_{30}Al_{10}Ni_5$ начинают происходить значительные структурные изменения и аморфный сплав $Zr_{55}Cu_{30}Al_{10}Ni_5$ переходит в кристаллическое состояние выше температуры $T_x=708$ К, а параметры E' , $\tan \delta$ резко изменяются (рис.1). При повторном нагребе образца в кристаллическом состоянии зависимость E' , $\tan \delta$ от температуры при нагреве существенно отличается от исходного аморфного сплава.

Список литературы

1. *Inoue A.* High strength bulk amorphous alloys with low critical cooling rates (Overview) // Mater. Trans. JIM – 1995. – № 36(том 7). – P. 866-875.

2. *Inoue A., Wang X. M., Zhang W.* Developments and applications of bulk metallic glasses // Rev. Adv. Mater. Sci. – 2008. – № 18. – P. 1-9.

3. *Соловьева А. В., Щерецкий А. А.* Приготовление наноструктурных материалов на основе циркония заданного уровня упругих свойств // Процесс лития. – 2013. – № 1(том 97). – С. 65.

УДК 621.745.5/435:669.35:621.365.52.029.45

В. О. Середенко, О. В. Середенко, О. А. Паренюк

Фізико-технологічний інститут металів і сплавів

НАН України, м. Київ

ВИПЛАВКА МЕТАЛІВ ТА СПЛАВІВ З ВИСОКОЮ ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЮ В ІНДУКЦІЙНИХ ТИГЕЛЬНИХ ПЕЧАХ

Для плавлення чистих високопровідних металів або отримання сплавів на їх основі широко використовують індукційні тигельні печі (ІТП). Однак нагрів матеріалів з високою електропровідністю в індукційних установках відбувається не ефективно [1]. Це пояснюється малим коефіцієнтом поглинання електромагнітної хвилі, через невеликий питомий електроопір матеріалу, що приводить до незначного виділення тепла у шихті. Для плавлення металів з високою електропровідністю використовують ІТП з графітовим тиглем. Однак, у випадку коли товщина стінки графітового тиглю

більша за глибину проникнення електромагнітного поля (ЕМП) в графіт, відбувається екранування садки від впливу ЕМП. Внаслідок чого індукований струм зосереджується у стінці тиглю, садка прогрівається переважно за рахунок теплопередачі, при цьому силовий вплив ЕМП значно зменшується, ослаблюється перемішування розплаву, що є значним недоліком при отриманні сплавів. Зокрема, в ІТП малої місткості, що використовуються в лабораторній практиці та мікрометалургійному виробництві використання графітового тиглю суттєво зменшує об'єм садки. Для підвищення ефективності процесу плавки в ІТП використовують графітові елементи, які розігріваються індукованими струмами. Наприклад відомий спосіб плавки з використанням графітового стрижня (діаметром 0,3-0,5 від внутрішнього діаметру тигля). Однак недоліком цього способу є розміщення нагрівача віддалено від краю індуктора у зоні зменшення напруження електромагнітного поля, що призводить до суттєвого зниження виділення теплової енергії у такому нагрівачі, а також зменшує корисний об'єм тиглю.

З метою встановлення раціонального способу плавлення та скорочення тривалості і зниження енергоємності процесу проведено серію експериментів на мідному сплаві з залізо-вуглецевою присадкою. Виплавка проводилась в ІТП з частотою 42 кГц, при масі садки 300 г. Всі експерименти проводили при однакових електричних навантаженнях на індуктор печі. Температуру визначали за допомогою термопари ТХА з потенціометром М4213 (погрішність вимірювання 5°C). Час виплавки визначався з моменту початку плавки за допомогою секундоміру СДСпр-1 (точність 0,1 секунди). Спочатку було проведено контрольний експеримент без графітового диску. Після 1,5 год його проведення мідь не розплавилась, що свідчило про неефективність такого способу плавки. При наступних експериментах у вогнетривкому тиглі індукційної печі розміщували графітовий диск, а на нього завантажували мідну шихту і вмикали піч. Після розплавлення початкової порції шихти порційно додавали шихту до отримання необхідної кількості рідкої міді. Температуру розплаву доводили до 1380°C і потім додавали 1% FeCrC (16-18 % Cr, 1,4 % C, інше Fe і домішки). Незначна кількість присадки не змінювала характер взаємодії мідного розплаву з графітовим нагрівачем (тобто матеріал диску не розчинявся у розплаві). Дані експериментів відображені в таблиці.

Таблиця – Дані експериментів

Номер експерименту	Співвідношення геометричних параметрів графітових нагрівачів (дисків) з розмірами тигля		Максимальна швидкість нагріву, °C/c	Час виплавки сплаву, хв
	Відносний діаметр	Відносна висота		
1	-	-	0,3	-
2	0,6	0,18	6,0	43
3	0,6	0,20	5,8	44
4	0,6	0,10	5,7	45
5	0,5	0,30	4,8	54
6	0,5	0,38	4,7	56
7	0,5	0,05	4,0	64
8	0,9	0,18	6,4	40

З урахуванням отриманих даних визначено параметри графітового диску, відносні від розмірів тиглю, які забезпечують максимальну ефективність роботи ІТП: діаметр 0,6-0,9 та висота 0,1-0,2.

Список літератури

1. Цыганов, В. А. Плавка цветных металлов в индукционных печах. – М.: Металлургия, 1974. – 248 с.

УДК 669.017.12/15:621.745.56:537.84

Е. В. Середенко, В. А. Середенко

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМЫ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ В СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ С МЕДЬЮ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НАЛОЖЕНИЕМ ПОСТОЯННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОХЛАЖДАЮЩИЙСЯ И ЗАТВЕРДЕВАЮЩИЙ РАСПЛАВ

Свойства сплавов определяются их составом и формой структурных составляющих. Одним из направлений обеспечения уровня требуемых свойств сплавов на основе Al – Cu, является их легирование редкоземельными элементами