

УДК 669.721.5

Айкін М.Д.¹, Шаломєєв В.А.²

¹ старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р. техн. наук, проф. «Запорізька політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ГАРТУВАННЯ НОВОГО БІОРОЗЧИННОГО МАГНІЄВОГО СПЛАВУ

Магнієві сплави широко використовуються в легкій промисловості та авіації, оскільки вони забезпечують високу міцність при малих вагових показниках. Крім того, магнієві сплави знайшли своє застосування у медицині при виготовленні імплантатів, які з часом розчиняються в організмі без будь-яких негативних наслідків. Враховуючи різноманітні застосування магнієвих сплавів, розробка нових магнієвих сплавів з покращеним комплексом властивостей залишається перспективним напрямком досліджень.

Найбільш перспективним для виготовлення біорозчинних імплантатів типом магнієвих сплавів є сплави системи Mg-Zr-Nd. Типовим сплавом цієї системи є сплав МЛ10 (2,2 – 2,8 % Nd, 0,4 – 1 % Zr, 0,1 – 0,7 % Zn). Також, у попередніх дослідження авторами було розроблено новий сплав системи Mg-Zr-Nd з підвищеним вмістом легувальних елементів (3,05 – 3,25 % Nd, 1,15 – 1,35 % Zr, 0,1 – 0,7 % Zn).

Для забезпечення максимально можливих характеристик розробленого сплаву необхідним є корегування режиму термічної обробки. Визначення можливості підвищення температури нагріву під гартування, проводили розрахунок температур солідус та ліквідус за допомогою розрахункового модулю «COMPUTHERM», що входить до складу програмного комплексу «ProCAST».

Для розробленого сплаву, температура солідус становила $T_{\text{сол.}} = 552\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура ліквідус $T_{\text{лікв.}} = 648\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1, а). Для порівняння, проведені розрахунки температур для стандартного сплаву системи Mg-Zr-Nd – МЛ10: $T_{\text{сол.}} = 530\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{лікв.}} = 647\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 1, б). Зсув температури солідус складав $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температури ліквідус $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким чином, визначено, що підвищення легувальних елементів Nd та Zr призводить до підвищення температури солідус та майже не впливає на температуру ліквідус.

Для практичного визначення оптимальної температури нагріву під гартування нового сплаву використовували диференційно-термічний аналіз (ДТА). На графіку (рис. 2) показані ДТА-криві для розробленого сплаву в порівнянні зі стандартним сплавом МЛ10. Криві для обох сплавів були подібні та мали 2 піки: перший – відповідає розплавленню нерівноважної евтектики; другий – розплавленню самого сплаву.

Property	Type	Value	Value Unit	F(T) Unit
Conductivity	F(T)	25	W/m-K	C
Density Models	Standard			
Density	F(T)	1800	kg/m³	C
Specific Heat	Const.	800	J/kg-K	
Enthalpy	F(T)	100	kJ/kg	C
Fraction Solid	F(T)	0.5		C
Latent Heat	Const.	100	kJ/kg	
Liquidus-Solidus				
Liquidus	Const.	648	C	
Solidus	Const.	552	C	

а

Property	Type	Value	Value Unit	F(T) Unit
Conductivity	F(T)	25	W/m-K	C
Density Models	Standard			
Density	F(T)	1800	kg/m³	C
Specific Heat	Const.	800	J/kg-K	
Enthalpy	F(T)	100	kJ/kg	C
Fraction Solid	F(T)	0.5		C
Latent Heat	Const.	100	kJ/kg	
Liquidus-Solidus				
Liquidus	Const.	647	C	
Solidus	Const.	530	C	

б

а – розроблений сплав; б – стандартний сплав МЛ10

Рисунок 1 – Робоче вікно модулю «COMPUTHERM»

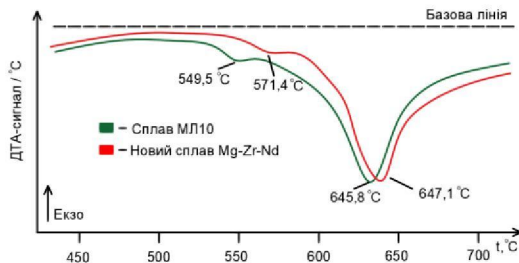


Рисунок 2 – Типові ДТА-криві стандартного сплаву МЛ10 і нового нетермообробленого сплаву

Результати ДТА добре відповідають розрахункам «COMPUTHERM». Температура плавлення евтектики дослідного біорозчинного сплаву складала 571,4 °С, що на 21,9 °С більше за відповідну температуру для стандартного сплаву МЛ10 – 549,5 °С. Температура плавлення нового сплаву – 647,1 °С, незначно (на 1,3 °С) перевищувала сплав МЛ10 – 645,8 °С. Таким чином, для забезпечення найбільш повного розчинення евтектики без перегріву та оплавлення та забезпечення максимального комплексу властивостей, встановлено температуру нагріву під гартування нового сплаву Mg-Zr-Nd на рівні $T_{\text{гарт}} = 560$ °С.