

СЕКЦІЯ «НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА КОМП'ЮТЕРНА ГРАФІКА»

УДК 673

Шаломеев В.А.¹

Лук'яненко О.С.²

Айкін М.Д.³

¹д-р техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

²аспірант кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»

³асистент кафедри ФМ, НУ «Запорізька політехніка»

ОПТИМІЗАЦІЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ МАГНІЄВОГО СПЛАВУ ДЛЯ БІОДЕГРАДУЮЧИХ ІМПЛАНТАТІВ

В сучасній медицині в якості імплантатів при остесинтезі широко застосовують біорозчинні матеріали. Серед них найбільш перспективними є магнієві сплави системи Mg - Zr - Nd. Проведені дослідження показали, що хімічні елементи сплаву є біологічно інертними, не токсичні, не викликають канцерогенних реакцій і не призводять до металозу. Крім цього, великою перевагою таких сплавів є їх механічні характеристики: $\sigma_B \geq 230$ МПа, $E = 43 - 45$ ГПа, $\delta \geq 2$ %, які є близькими до характеристик кісток ($\sigma_B = 120 - 150$ МПа, $E = 17 - 20$ ГПа, $\delta = 1,4 - 3,1$ %), що запобігає «стрес-екрануванню».

Однак, механічні властивості сплавів системи Mg - Zr - Nd знижуються при тривалому впливі біокорозії. Витримка зразків в штучному замінику крові (гелофузін) показало, що вже після 3-х місяців використання (середній час консолідації перелому) характеристики імплантату знижуються більш ніж на 50%. Таким чином, розробка нового сплаву системи Mg - Zr - Nd з підвищеним рівнем механічних властивостей є актуальним завданням.

Досліджували вплив легувальних елементів в інтервалах 0,4...1,5% Zr, 2,2...3,36% Nd, 0,1...0,7% Zn на границю міцності (σ_B) та відносне видовження (δ) з використанням математичного планування експерименту за планом 2³.

У процесі розрахунку рівняння регресії для границі міцності були отримані наступні значення коефіцієнтів регресії: $B_0 = 251,62$;

$B_1 = -4,125$; $B_2 = 15,875$; $B_3 = 1,125$; $B_{12} = -8,875$; $B_{13} = -0,125$;

$B_{23} = -0,625$; $B_{123} = -0,875$.

Рівняння регресії після розрахунку коефіцієнтів регресії буде мати вид:

$$\sigma_B = 251,63 - 4,125x_1 + 15,875x_2 + 1,125x_3 - 8,875x_1x_2 - 0,125x_1x_3 - 0,625x_2x_3 - 0,875x_1x_2x_3; \quad (1)$$

Визначили вагомість розрахованих коефіцієнтів регресії, використовуючи критерій Ст'юдента і таким чином рівняння регресії після виключення невагомих коефіцієнтів мало вигляд:

$$\sigma_B = 251,63 - 4,125x_1 + 15,875x_2 - 8,875x_1x_2 \quad (2)$$

Аналіз рівняння регресії для міцності показує, що підвищення вмісту неодиму істотно збільшує рівень міцності сплаву. Підвищення вмісту цирконію, а також спільний вплив неодиму та цирконію на значення границі міцності має негативний ефект. Вплив цинку був невагомим.

З отриманих результатів плану експерименту, видно, що найбільші значення границі міцності (σ_B) отримується при максимальному вмісті неодиму та мінімальному вмісті цирконію.

Аналогічні розрахунки були проведені для відносного видовження.

Були отримані наступні значення коефіцієнтів регресії:

$$B_0 = 3,85; B_1 = 0,75; B_2 = -0,225; B_3 = 0,025; B_{12} = -0,625; B_{13} = -0,025; B_{23} = -0,05; B_{123} = 0.$$

Рівняння регресії після розрахунку коефіцієнтів регресії мало вид:

$$\delta = 3,85 + 0,75x_1 - 0,225x_2 + 0,025x_3 - 0,625x_1x_2 - 0,025x_1x_3 - 0,05x_2x_3 \quad (3)$$

Таким чином рівняння регресії після виключення невагомих коефіцієнтів мали вигляд:

$$\delta = 3,85 + 0,75x_1 - 0,225x_2 - 0,625x_1x_2 \quad (4)$$

В результаті аналізу рівнянь регресії визначено, що підвищення вмісту неодиму збільшувало границю міцності, але при цьому його максимальна концентрація знижувала відносне видовження. Вплив цирконію мав зворотний ефект. Максимальна концентрація цирконію істотно збільшувала пластичність при одночасному зниженні міцності. Спільний вплив неодиму та цирконію мав негативний характер. Вплив цинку на властивості металу був незначним.