

**Шаломеев В.А., Цивирко Э.И., Айкин Н.Д., Лукьяненко А.С.**  
(ЗНТУ, г. Запорозьє)

## **БИОРАСТВОРИМЫЙ МАГНИЕВЫЙ СПЛАВ ДЛЯ ОСТЕОСИНТЕЗА** gr@radiocom.net.ua

В структуре общей заболеваемости травмы занимают третье место. Количество переломов составляет до 10% от числа всех травм. Для лечения переломов, которые не срастаются без оперативного скрепления обломков, используется остеосинтез. Для фиксации костных фрагментов применяются имплантаты из различных материалов в виде всевозможных сложных конструкций (штифтов, спиц, пластин). В процессе эксплуатации такие имплантаты подвергаются статическим и динамическим нагрузкам, а также действию биокоррозии. В связи с этим, материалы для имплантатов должны быть биологически инертными и совместимыми, а также иметь достаточные механические характеристики (предел прочности, модуль упругости и относительное удлинение). Эти характеристики должны быть не ниже физико-механических характеристик костей:  $\sigma_B = 120 \dots 150$  МПа,  $E = 17 \dots 20$  ГПа,  $\delta = 1,4 \dots 3,1\%$ .

Перспективным для производства имплантатов является применение магниевых сплавов системы Mg-Zr-Nd, в частности сплава МЛ10, который имеет достаточно высокий уровень механических свойств:  $\sigma_B \geq 230$  МПа,  $E = 43 \dots 45$  ГПа,  $\delta \geq 2\%$ . Однако, основным недостатком данного сплава является резкое снижение механических свойств при длительном воздействии биокоррозии. Поэтому разработка нового сплава системы Mg-Zr-Nd с повышенным уровнем механических свойств является актуальной задачей.

Исследовали влияние легирующих элементов в интервалах 0,4...1,5% Zr, 2,2...3,4% Nd, 0,1...0,7% Zn на предел прочности ( $\sigma_B$ ) и относительное удлинение ( $\delta$ ) с использованием математического планирования эксперимента по плану  $2^3$ .

В результате проведенных исследований получены уравнения регрессии, описывающие влияние исследуемых легирующих элементов на предел прочности (1) и относительное удлинение (2):

$$\sigma_B = 254 + 18,25x_2 - 6,5x_1x_2 \pm 0,14 \text{ (МПа)} \quad (1)$$

$$\delta = 3,55 + 0,625x_1 - 0,3x_1x_2 \pm 0,11 \text{ (%)} \quad (2)$$

В результате анализа уравнений регрессии определено, что при максимальном содержании неодима и минимальном содержании циркония достигается наибольшая прочность, в то время как наибольшая пластичность наблюдается при минимуме неодима и максимуме циркония. Влияние цинка на свойства металла было незначительным.

Для получения максимального комплекса механических свойств сплава была проведена графическая оптимизация содержания легирующих элементов. В результате чего были получены следующие значения содержания легирующих элементов: Nd – 2,7...2,75%, Zr – 0,95...1,05%, Zn – 0,4...0,5%.

Разработанный сплав имеет необходимый уровень физико-механических свойств после длительной биокоррозии. Имплантаты, изготовленные из данного сплава, показали их нетоксичность в эксперименте на животных и рекомендованы для дальнейших исследований.