

РЕФЕРАТ

Отчет 98 с., 57 рис., 32 табл., 45 источн.

МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ, КОРРОЗИЯ, ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЕ ОКСИДИРОВАНИЕ, БИОДЕГРАДАЦИЯ, ПОЛИЛАКТИД, НАНОТРУБКИ ГАЛЛУАЗИТА

Цель исследования – разработка, получение и анализ физико-химических, физико-механических и бактерицидных свойств антакоррозионных биорезорбируемых и биоактивных полимерных композиционных покрытий на медицинских магниевых сплавах, содержащих минеральные наноконтейнеры на основе природных нанотрубок галлуазита для пролонгированного высвобождения активного вещества.

С использованием РФА, СЭМ и EDX-анализа установлено, что структура используемых медицинских сплавов магния AZ31, AZ91 и WE43 представлена магниевой матрицей, в которой равномерно распределены включения вторичной фазы. Вторичная фаза магниевого сплава серии AZ представлена интерметаллическими частицами (ИМЧ) типа $Mg_{17}Al_{12}$, объемная доля которых увеличивается с увеличением содержания в сплаве алюминия от 3 до 9 масс.%. Содержание Nd в составе ИМЧ легированного редкоземельными элементами магниевого сплава WE43 существенно превышает содержание Zr и Y.

В работе установлено влияние параметров процесса микродугового оксидирования (МДО) магниевых сплавов (продолжительность, токовая нагрузка, скважность импульса, состав базового электролита) на микроструктуру, фазовый состав и коррозионную устойчивость в 0.05 M NaCl и модельных биологических средах (раствор Хэнка, подкисленный раствор Хэнка, раствор «искусственная слюна») формируемой поверхности. Показано, что использование пирофосфатного электролита позволяет получать более структурированные и компактные оксидные пленки с малым количеством дефектов и, как следствие, более высокими защитными свойствами по сравнению с покрытиями, полученными в силикатном или алюминатном электролитах. Введение в алюминатный электролит МДО добавок молибдата натрия и нитрата церия приводит приводит к формированию оксидных слоев, включающих $Mg(AlO_2)_2$ и/или MoO_3/CeO и характеризующихся более высокими защитными свойствами в исследуемых коррозионных средах. Увеличение содержания цинка в сплавах серии AZ в процессе МДО приводит к образованию более толстого барьерного слоя Al_2O_3 и, как следствие, увеличению защитных свойств поверхности. Наибольшей защитной способностью характеризуются покрытия, сформированные на магниевом сплаве WE43.

ВВЕДЕНИЕ

Число пациентов, ежегодно нуждающихся в операциях по восстановлению целостности кости, только в Республике Беларусь и Российской Федерации составляет более 1 млн. человек. Для реконструкции костной ткани и стентирования в травматологии, ортопедической и сердечно-сосудистой хирургии широко используются металлические биосовместимые материалы. Такие материалы должны отличаться высокой коррозионной стойкостью и адаптацией к биологическим средам, достаточной механической прочностью, малым весом, хорошей износостойкостью и остеointеграцией. Для этих целей широко применяют нержавеющие стали, сплавы кобальта, никеля и титана. Несмотря на широкое внедрение в медицинскую практику, такие имплантанты, как правило, неэффективны при лечении некоторых групп сложных повреждений, например, остеопоротических переломов, нетравматических остеонекрозов и дистракционного остеогенеза. В последнее десятилетие в исследованиях по хирургической ортопедии костных повреждений, не требующих постоянного присутствия поддерживающей конструкции, большое внимание уделяется биоразлагаемым материалам. Такой подход не требует повторного хирургического вмешательства по удалению или замене импланта, что достигается его постепенной контролируемой биодеградацией. Основными требованиями, предъявляемыми к биодеградируемым имплантам, являются: биосовместимость, малый вес, механическая прочность, меньшая скорость коррозии по сравнению с процессом ремоделирования кости. Наиболее перспективным материалом для этих целей считаются сплавы магния, которые характеризуются низкой плотностью, высокими значениями удельной прочности и жесткости, способностью противостоять ударной нагрузке, биобезопасностью, и механическими свойствами, близкими со свойствами нативной кости. Однако, несмотря на огромный потенциал сплавов магния в качестве биоразлагаемых имплантантов, быстрая и неоднородная деградация в физиологических средах, сопровождающаяся образованием локальных дефектов и неконтролируемым выделением газообразного водорода, препятствующим восстановлению костной ткани, ограничивает использование этих материалов. В настоящее время для решения проблемы неконтролируемой скорости биодеградации магниевых сплавов используется микродуговое оксидирование поверхности с формированием оксидно-гидроксидного слоя, что позволяет создать развитую микроструктуру, улучшить адгезию покрытия к подложке и повысить механические свойства поверхности. Последующее нанесение на оксидные слои полимерного покрытия обеспечивает биосовместимость материала. В свою очередь,

дополнительная модификация полимера нанокапсулами, заполненными ингибиторами коррозии и/или антибиотиками и лекарственными средствами, позволяет улучшить биоцидные и анткоррозионные характеристики сформированных биорезорбируемых и биоактивных полимерных композиционных магниевых материалов, а, следовательно, обеспечивает контролируемую скорость их биодеградации.