

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Кенжегулова Айдара Карауловича «Формирование кальций-фосфатных покрытий на титановой подложке с высокими функциональными свойствами методом высокочастотного магнетронного распыления», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

1. Соответствие направлениям развития науки (формируются Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан в соответствии с пунктом 3 статьи 18 Закона "О науке") и (или) государственным программам

Диссертационная работа Кенжегулова А.К. соответствует направлениям развития науки (в соответствии с пунктом 3 статьи 18 Закона "О науке"), поскольку в работе изложены научно-обоснованные технологические решения, внедрение которых внесет реальный вклад в развитие науки Республики Казахстан. Работа выполнена (АО «Институт металлургии и обогащения») в рамках грантовых проектов прикладных исследований, финансируемых МОН РК по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции» по теме: «Разработка технологии изготовления металлокерамических изделий на основе титана с оксидными и кальций-фосфатными покрытиями» (2015-2017 гг.) и «Совершенствование технологии получения эндопротезов методом литья титановых сплавов с последующим нанесением на их поверхность биокompозитов» (2018-2020 гг.).

2. Актуальность темы исследования

В настоящее время ортопедия и травматология в Республике Казахстан в полной мере зависит от зарубежной дорогостоящей продукции. Ежегодно увеличивающаяся потребность в эндопротезах, делает необходимым планомерную организацию их производства в РК. Это обосновано также существующим на АО «Усть-Каменогорский титано-магниевый комбинат» производством компактного титана и наиболее используемого в ортопедии сплава типа ВТ6, но на сегодняшний день весь объем производимых титановых слитков и слябов уходит за границу, где из них производят различную продукцию. О планах этого предприятия организовать производство имплантатов в будущем известно из прессы. В связи с этим, развитие научных направлений, способных сопровождать это производство является важным для нашей Республики.

Титан являясь биоинертным материалом не является биосовместимым, эта проблема решается путем формирования на поверхности имплантатов из титановых сплавов биосовместимого слоя. Такой слой должен обеспечивать его сращивание с костной тканью и исключать развитие различных аллергических реакций, что зачастую приводит к отторжению имплантата и необходимости проведения повторной операции.

Биосовместимость имплантатов достигается нанесением кальций-фосфатных или гидроксипатитовых покрытий разными методами. На сегодняшний день для этой цели применяется широкий спектр разработанных и опробованных методик: плазменное напыление, микродуговое окисление, детонационно-газовое напыление, электрохимическое осаждение, золь-гель покрытие, методы, основанные на кристаллизации покрытий из различных растворов, и др. Однако, эти методы не позволяют получать высококачественные биосовместимые кальций-фосфатные покрытия с требуемыми фазовым составом, механическими и адгезионными свойствами. Это объясняет необходимость совершенствования технологических процессов, обеспечивающих получение биосовместимых высокоадгезионных покрытий на имплантатах.

Одним из перспективных методов получения кальций-фосфатных покрытий является метод высокочастотного магнетронного распыления. Данный метод дает возможность получать качественные биопокрытия на титановых имплантатах, удовлетворяющие современным медико-техническим требованиям. Однако, в случае недостаточной адгезии кальций-фосфатного слоя к поверхности имплантата, при отслоении происходит его расшатывание, ухудшая трибологические свойства и увеличивая количество продуктов износа. В связи с этим, актуальным для совершенствования метода высокочастотного магнетронного распыления является изучение влияния параметров распыления мишени из гидроксипатита и последующей термической обработки на структуру, фазовый и химический состав, адгезионные характеристики формирующегося слоя.

3. Соответствие принципам новизны, самостоятельности, достоверности, внутреннего единства, практической ценности, академической честности

Представленная на отзыв диссертационная работа имеет следующие новые научные результаты, установлено, что:

- пленки, сформированные при мощности 200, 250, 300 Вт и имеющие толщину от 0.45 до 1.6 мкм, обладают прочной адгезией до 20-25 Н при скрэтч-тесте, что в 2-3 раза больше, чем у существующих аналогов;
- при магнетронном распылении мишени из гидроксипатита рост кальций-фосфатных покрытий на подложке развивается по послойно-островковому механизму;
- получение кальций-фосфатных покрытий методом ВЧМР при мощности разряда плазмы 200, 250 Вт приводит к успешному формированию кальций-фосфатных покрытий близких по структуре, элементному и фазовому составу к гидроксипатиту;
- распыление ГА в интервале мощности 200-250 Вт приводит к осаждению кальций-фосфатных покрытий с соотношением Ca/P 1.67 ± 0.7 , при увеличении мощности до 300-350 Вт это соотношение повышается до 1.9;
- кристаллизация кальций-фосфатных покрытий на поверхности титана начинается при температуре 700 °С.

Автором диссертации было принято участие в постановке задач, а также получены все экспериментальные результаты. Основываясь на списке 11 опубликованных трудов по теме диссертаций, в 4-х из которых фамилия автора стоит первым, можно сказать о степени его самостоятельности. Относительно соблюдения принципа самостоятельности судить нелегко, поскольку в работе не приведены сведения о личном вкладе автора.

Приводимые в диссертации результаты и выводы базируются на большом экспериментальном и теоретическом материале. Выводы и научные положения, выносимые автором на защиту, являются результатом детального анализа экспериментальных данных, полученных с применением комплекса современных физико-химических методов. Также достоверность полученных результатов подтверждается апробацией основных результатов на отечественных и международных конференциях, публикациями в научных журналах. В диссертационной работе некоторые результаты согласуются с литературными данными. Полученное заключение о выдаче патента на полезную модель позволяет говорить о достоверности результатов.

Степень внутреннего единства высока, так как каждый полученный результат является следствием предыдущего результата. Результаты заключаются в исследовании влияния параметров распыления и последующей термической обработки на структуру, фазовый и химический состав, адгезионные характеристики формирующегося кальций-фосфатного слоя. Взаимосвязь полученных результатов выражается выводами разделов, тщательным выбором объекта исследования, методов исследования и научно-обоснованной интерпретацией полученного материала.

Практическая ценность работы заключается в том, что на основе полученных соискателем результатов исследования на создаваемом в АО "Усть-Каменогорский титано-магний комбинат" производстве может быть организован участок по нанесению биосовместимых кальций-фосфатных покрытий на поверхность эндопротезов из титановых сплавов методом высокочастотного магнетронного распыления. Практическая значимость подтверждается заключением о выдаче патента на полезную модель Республики Казахстан.

Принципы академической честности соблюдены. Справка об антиплагиате, выданная АО «НЦГНТЭ», подтверждает честное и ответственное отношение к выполнению и оформлению диссертационной работы.

4. Замечания, предложения по диссертации

К основным замечаниям и пожеланиям по содержанию диссертации можно отнести следующие:

1. В таблице 6 на странице 62 приведен элементный состав кальций-фосфатных покрытий и одно из важных характеристик – соотношение Ca/P. Соотношение Ca/P для покрытия, полученного при мощности плазмы 100 Вт, равен 5,64. Чем обусловлено резкое повышение данного соотношения по сравнению с гидроксипатитом (Ca/P = 1,67)?

