

Отзыв

официального оппонента Золкина Петра Ивановича
на диссертационную работу Насакиной Елены Олеговны «Разработка
биосовместимых композиционных материалов на базе
наноструктурированного никелида титана», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 –
«Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Работа Насакиной Е.О. посвящена актуальной теме, важной как с научной, так и практической точек зрения – созданию нового материала медицинского назначения, обладающего наилучшей биосовместимостью с человеческим организмом и предназначенного для применения в имплантологии. При этом за основу нового материала взят известный сплав, широко используемый в этой области за счет уникальных механических характеристик – никелид титана, и проведена значительная его модификация с целью устранения возможного в его случае коррозионного разрушения и токсикации организма ионами никеля.

Перспективность самих сплавов никелида титана в настоящее время вызывает дискуссии, особенно со стороны материаловедов и медиков, хотя уже несколько десятилетий эффективно используются такие их свойства, как эффект памяти формы, позволяющий создавать интеллектуальные системы, меняющиеся необходимым образом при заданном воздействии (например - стенты, самораскрывающиеся при температуре человеческого тела и восстанавливающие проходимость сосудов, желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей и т.д.) и эластичность, близкая к таковой у живых тканей и позволяющая подстраиваться под их нагрузки. Но за эти же годы были отмечены возрастающая чувствительность населения к никелю (одному из сильнейших аллергенов, содержащемуся в сплаве в высокой концентрации), его канцерогенное воздействие, запротоколирован целый спектр заболеваний, вызванных применением никель-содержащих сплавов в медицине.

В связи с этим поставленная диссертантом задача сохранения эффекта памяти формы и сверхэластичности никелида титана при отсутствии контакта никеля с окружающей физиологической средой, путем наноструктурирования сплава и формирования на его основе нового биосовместимого композиционного материала с модифицированными поверхностными слоями из тантала и титана, обладающих высокой коррозионной стойкостью и биосовместимостью, представляется крайне результативной.

На отзыв представлены диссертация общим объемом 170 страниц, включающая введение, 6 глав, общие выводы, библиографический список и приложения и содержащая 34 рисунка, 11 таблиц и список использованной литературы из 203 пунктов, и автореферат общим объемом 18 страниц, включая 10 рисунков, 2 таблицы, основные выводы и список опубликованных работ из 12 наименований.

Во введении описываются цель и задачи работы, обосновывается их актуальность, новизна и практическая значимость, апробация и публикуемость.

В первой главе приводится обзор литературы, использованной в диссертационной работе. Рассмотрены эксплуатационные характеристики микроструктурного никелида титана и методы их изменения, в попытке найти рекомендации по их улучшению. Содержание обзора показывает, что автор хорошо разбирается в выбранной сфере исследований и способен правильно поставить цель и задачи работы и выбрать обоснованные методы их решения.

Во второй главе приводится подробный перечень и описание материалов и методов исследования.

Третья глава посвящена непосредственно созданию композиционных материалов путем модифицированной технологии, включающей магнетронное напыление. При этом исследованы зависимости формирования поверхностных слоев от различных технологических параметров с использованием нескольких методов структурных исследований, выбраны оптимальные условия для создания биосовместимых композитов, предназначенных для производства изделий медицинского назначения типа «стент». Поскольку при формировании композитов использовались исходные компоненты разной природы помимо никелида титана и тантала с титаном (медь, стекло, олово и т.д.) в данной главе показана перспективность разработанной методики для создания и других многослойных композиционных материалов функционального назначения.

Четвертая глава описывает долгосрочные коррозионные исследования наноструктурированного никелида титана и композитов на его основе. Показано отсутствие коррозионного разрешения композитов и выявлены закономерности поведения основы в зависимости от условий выдержки в растворах, моделирующих физиологические среды, найдены подобие и различие в механизме коррозионного процесса наноструктурированного никелида титана и рассмотренных микроструктурных аналогов.

Пятая и шестая главы рассматривают механические и биологические свойства наноструктурированного никелида титана и композитов на его основе, соответственно. В них показано, что создание поверхностных слоев из тантала и титана оказывает значительное положительное влияние на эти характеристики, причем тантал проявляет лучшее воздействие по сравнению с титаном.

Выводы соответствуют поставленным задачам. Диссертация написана доступным языком и аккуратно оформлена. Автореферат диссертации и публикации автора соответствуют представленной работе и достаточно полно ее отражают.

Новизна исследования и полученных результатов заключается, в первую очередь, в разработке двух ранее не существовавших биосовместимых многослойных наноструктурированных композиционных материалов медицинского назначения, обладающих, согласно проведенным исследованиям, значительно улучшенными в сравнении с существующими медицинскими материалами комплексными эксплуатационными характеристиками.

Кроме того интерес представляют проведенные исследования коррозионных и механических свойств наноструктурированного никелида титана (т.к. материал также является новым и ранее не исследованным) и их сравнение со свойствами сплава в микроструктурном состоянии. Помимо обнаружения количественного улучшения этих характеристик в результате наноструктурирования, обнаружено и качественное отличие коррозионного поведения материала, что выражается в выходе ионов титана сопоставимо с никелем и в кислых, и нейтральных средах.

Проведенные исследования закономерностей формирования поверхностных слоев при использованных условиях с учетом обнаружения фазового изменения танталовых поверхностных слоев при относительно низкой температуре во время магнетронного напыления представляет базу для обширных исследований в этой области.

Значимость для науки и производства полученных автором диссертации результатов состоит в разработке комплексной технологии формирования многослойных композитов функционального назначения, имеющих широкие перспективы применения в биомедицине, оптике, электронике и т.д., в т.ч. в установлении оптимальных технологических параметров получения новых биосовместимых композиционных материалов.

Степень обоснованности и достоверности каждого научного положения, выводов и заключений соискателя, сформулированных в диссертации: данные показатели подтверждаются применением современных методов исследования структуры и свойств материалов, хорошей повторяемостью экспериментальных результатов, систематическим характером проведенных исследований в рамках академических научных школ, а также согласованностью полученных результатов с литературными данными, основываются на представительном объеме экспериментальных и теоретических данных; результаты работы прошли апробацию на конференциях.

Основные результаты диссертации опубликованы в 54 печатных работах, в том числе 7 статьях в рецензируемых отечественных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и 3 статьях в иностранных журналах.

При этом по содержанию диссертационной работы могут быть сделаны следующие **замечания**:

1. В обзоре литературы обеднен анализ отечественных достижений работ по данной тематике, в тоже время ссылки на зарубежные публикации пересыщены в соотношении 160 к 43.

2. Не обозначены физико-химические критерии свойств биосовместимости получаемых медицинских изделий в клинической

практике, а ограничиваются только утверждениями о «высокой» биосовместимости.

3. Информация по созданию танталовых и титановых поверхностных слоев приведена в основном не в литературном обзоре, а в главе 3 "Получение биосовместимых одномерных композиционных материалов методом магнетронного распыления", что представляется не совсем удобным при анализе работы.

4. В диссертации хорошо освещены результаты биологических испытаний в клеточных средах и клинических испытаний, но не приведены положительные результаты уже проведенных к моменту представления работы исследований *in vivo*.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки работы диссертанта, выполненной на высоком экспериментальном, научном и методическом уровне и являющейся законченной научно-исследовательской работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития социально-экономической сферы страны.

Считаю, что представленная к защите работа «Разработка биосовместимых композиционных материалов на базе наноструктурированного никелида титана» по своим экспериментальному, методическому и теоретическому уровню, объему работы, научной новизне, актуальности, теоретической и практической значимости полностью отвечает требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. По совокупности полученных результатов автор диссертации, Насакина Елена Олеговна несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Главный научный сотрудник отдела
медицинских проектов Акционерного
общества "Научно-
исследовательский институт
конструкционных материалов на
основе графита "НИИГрафит",
доктор технических наук.
Адрес: 111524, г. Москва, ул. Электродная,
д.2, Тел. 8-915-208-34-23
E-mail: medgrafit@yandex.ru

 П.И. Золкин

Подпись д.т.н. Золкина Петра Ивановича заверяю

Ученый секретарь АО «НИИГрафит» д.т.н.



Фирсова Татьяна Данииловна