

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лукиной Е.А. «Материаловедческие проблемы надежности и биосовместимости перспективных конструкций из сплавов на основе титана для стабилизации позвоночника и способы их решения», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. - Материаловедение (технические науки).

В настоящее время сформулированы и отработаны материаловедческие принципы разработки и проектирования широкой номенклатуры биологически и механически совместимых медицинских изделий. Однако, для некоторых видов имплантатов, таких как транспедикулярные конструкции для стабилизации позвоночника, не до конца отработаны требования к химическому составу, структуре и свойствам используемых материалов, а также критерии выбора конструкторских и технологических решений при разработке данной группы изделий.

**Диссертационная работа Лукиной Е.А.** посвящена комплексному решению проблем, возникающих при клиническом применении имплантатов на основе титана для стабилизации позвоночника.

**Актуальность** работы обусловлена направленностью на повышение безопасности и уровня жизни пациентов при лечении травм и заболеваний позвоночника за счёт решения ряда конструкторских и материаловедческих задач. Это позволит эффективно противодействовать негативным факторам, сопутствующим сложным условиям эксплуатации современных транспедикулярных конструкций, таким как возможное коррозионно-механическое повреждение компонентов имплантата, а также возникновение локальных воспалительных и инфекционных процессов в организме.

Основные положения **научной новизны** работы очевидны и не подлежат сомнению. В частности:

1. Установлены ключевые материаловедческие проблемы клинического применения динамических и скользящих транспедикулярных конструкций, а именно развитие щелевой коррозии для имплантатов из никелида титана и высокий уровень объёмного износа для изделий из титанового сплава Ti-6Al-4V.

2. Выявлены и сформулированы требования к проведению испытаний для определения стойкости компонентов имплантатов к коррозионно-механическому разрушению и износу, позволяющих оценивать их надежность и биосовместимость, как в условиях эксплуатации *in vivo*, так и в условиях технических испытаний *in vitro*.

3. Установлена взаимосвязь между фазовым составом, структурой

транспедикулярных конструкций из никелида титана и показателями коррозионной стойкости. В частности, показано, что уменьшение объемной доли и размера частиц фазы  $Ti_4Ni_2O_x$  приводит к повышению потенциала питтингообразования, снижению тока фреттинг-коррозии, а также снижению содержания ионов никеля в среде.

4. Показана возможность снижения риска развития щелевой коррозии в имплантатах из никелида титана и уровня износа в имплантатах из титанового сплава Ti-6Al-4V за счёт формирования на поверхности изделий покрытий на основе систем Ti-Zr-Nb-N и Ti-N, соответственно.

5. Показана возможность эффективной корректировки конструкции соединительных устройств имплантата, а именно предложено использование специально разработанных клипс или вставок для транспедикулярных винтов с целью увеличения площади контакта балок и элементов крепления.

6. Установлено, что формирование поверхностной структуры в балках из никелида титана при нанесении лазерной маркировки по заданному режиму, обеспечивающему удовлетворительную цветовую насыщенность, позволяет сохранить высокую коррозионную стойкость материала в агрессивной биологической среде.

Результаты проведенных исследований и испытаний обладают несомненной **практической значимостью**. К таким результатам следует отнести разработку и внедрение рекомендаций, включающих:

1. Выбор состава сплава на основе никелида титана, метода выплавки слитков и режима высокотемпературного вакуумного отжига положительно сказывающихся на коррозионной стойкости балок для динамических транспедикулярных конструкций.

2. Проектирование винтов для динамических транспедикулярных конструкций с балками из никелида титана для обеспечения высокой стойкости к коррозионно-механическому разрушению и надежности конструкций.

3. Методики испытаний сборных узлов динамических транспедикулярных конструкций, позволяющих экспериментально оценить стойкость узлов имплантатов к коррозионно-механическому разрушению.

4. Режимы вакуумной ионно-плазменной обработки для создания на поверхности сплавов на основе никелида титана функционально-градиентного покрытия на основе системы Ti-Zr-Nb-N, обеспечивающие повышение стойкости к коррозионно-механическому разрушению при сохранении требуемых механических и функциональных характеристик компонентов.

**Достоверность полученных результатов** работы обеспечивается применением высокоточных методов исследований и испытаний с

использованием поверенных средств измерений, современного аналитического оборудования и специализированных программных комплексов.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-16 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Лукина Елена Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. «Материаловедение» (технические науки).

Заведующий кафедрой  
«Материаловедение»,  
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»  
Д.т.н., профессор

  
15.12.2025

Овчинников Виктор Васильевич

Подпись Овчинникова В.В. удостоверяю,

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ  
ПОГОРЕЛОВА



107023, г. Москва, ул. Большая Семёновская, 38  
ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»  
Электронный адрес: vikov1956@mail.ru  
Телефон: 8-968-626-1461