

Сведения о выполненных работах  
в период с 01.07.2020 г. по 30.06.2021 г.

по проекту **«Разработка метода реакционно-диффузионного спекания для создания биосовместимых пористых материалов на основе никелида титана с развитой террасовидной поверхностью стенок пор и гистерезисным характером формоизменения»**,

поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 19-79-10045

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Аникеев Сергей Геннадьевич

Выполнен комплекс работ и исследований согласно разработанному ранее плану. В полной мере достигнуты ожидаемые научные результаты, предложены альтернативные способы достижения необходимых свойств пористых материалов на основе никелида титана. Исследование имеет междисциплинарный характер, включает в себя не только материаловедение, но и элементы порошковой металлургии, электрохимии, электронно-пучковой модификации и клеточные технологии. Научные результаты, полученные в ходе реализации Проекта, опубликованы в 4 работах, одна из которых в журнале «Applied Sciences» (Q1, WoS, Scopus).

Решена основная задача по созданию методом реакционно-диффузионного жидкофазного спекания биосовместимых пористых материалов на основе TiNi с развитой террасовидной морфологией поверхности стенок пор и реализацией мартенситных превращений. Разработан способ получения экспериментальных пористых материалов на основе никелида титана с изотермической выдержкой при температуре 1140–1150 С в течение 10 мин и последующим нагревом до 1255±5 С в течение 2 ч. Способ позволяет создавать пористые материалы с возможностью реализации мартенситных превращений в области температур близких организму человека.

В отчетный период выполнены следующие виды работ:

– Исследованы параметры микроструктуры пористых сплавов TiNi–5/7,5Ti–1,5Ni/Co, полученные методом спекания с изотермической выдержкой и новой последовательностью создания порошковой шихты Ti–Ni/Co–TiNi. Благодаря применению мелкой фракции порошка титана (0–100) мкм совместно с основным порошком TiNi показана возможность достижения мартенситных превращений в получаемых материалах с использованием меньших концентраций Ti без использования реакционных добавок Ni и Co;

– Разработан сравнительный анализ структурных особенностей пористых сплавов на основе никелида титана с целью выявления параметров (химический и гранулометрический состав, температурно-временной режим спекания, методика спекания, функциональные модификации), отвечающим оптимальной методике реакционно-диффузионного спекания для создания пористых сплавов на основе

никелида титана с развитой террасовидной морфологией поверхности стенок пор и мартенситными превращениями. Разработана методика получения материала с реализацией мартенситных превращений за счет использования как добавок Ni и Co, так и отдельно Ti;

– Получены модифицированные экспериментальные пористые двумерные материалы на основе никелида титана методом электронно-пучкового воздействия при использовании фракций порошка TiNi (100–160) мкм и (менее 100) мкм. Исследованы макро- и микроструктурные особенности двумерных порошковых материалов на основе TiNi. Показано эффективность данной методики получения материалов для увеличения коэффициента шероховатости монолитных материалов на основе TiNi;

– Усовершенствована методика проведения электрохимических измерений параметров двумерных порошковых материалов на основе никелида титана при их контакте с биологическими средами. Проведена адаптация методики для изучения электрохимического состояния пористых порошковых двумерных образцов на основе никелида титана;

– Выполнено исследование биосовместимости полученных сплавов TiNi–Ti–Ni/Co с использованием стволовых клеток костного мозга мышей. Изучение кинетики взаимодействия клеточных популяций с поровым пространством инкубаторов и определение жизнеспособности адгезированных клеток выполнено на различных сроках культивации методами РЭМ и конфокальной микроскопии с использованием различных витальных красителей. Цитотоксическое действие образцов полученных сплавов типа TiNi–Ti–Ni и TiNi–Ti–Co на клетки исследовано с использованием МТТ-теста;

– Изучены деформационно-прочностные характеристики полученных и отобранных на предыдущих стадиях материалов на основе никелида титана TiNi–Ti и TiNi–Ti–Ni/Co. Параметры мартенситных превращений определены методом измерения температурной зависимости удельного электросопротивления.

Выполненный комплекс исследований структурных особенностей, физико-механических свойств, а также особенностей взаимодействия с клеточными популяциями, тестами на гемолиз и цитотоксичности позволяет определить наиболее перспективные объемные пористые сплавы на основе никелида титана следующих составов – TiNi–7.5Ti–1,5Co и TiNi–4Ti.