

ФЦП
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»
Этап №2

Соглашения о предоставлении субсидии: №14.577.21.0013

Тема: «Разработка технологии получения наноструктурированного материала на основе титана с регламентированной пористостью для био- и механически совместимых остеоинтегрирующих медицинских имплантатов»

Период выполнения: 01 июня 2014 г. – 31 декабря 2014 г.

Исполнитель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского»

Индустриальный партнер: Закрытое акционерное общество «Имплантаты Материалы Технологии»

Руководитель работ по проекту: профессор, д.т.н., профессор М.Ю. Коллеров

1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки, назначение и область применения результатов проекта

Существующие в настоящее время методы создания пористых материалов обладают рядом недостатков, которые ограничивают их применение для некоторых металлов и сплавов. Так, титановые сплавы трудно использовать для получения пористых материалов по технологиям, в которых используется стадия расплавления материала, в процессе которой титан интенсивно взаимодействует с газами и материалами технологической оснастки. Одним из методов устранения недостатков технологических методов получения материала из сплавов на основе титана с высокой пористостью может быть использование термоводородной обработки, разработанный в МАТИ. Исследование влияния температурно-концентрационной зависимости структуры и свойств пористых материалов из титана позволит установить оптимальные режимы их получения с регламентированными характеристиками (объемной долей, размерами пор, механическими и физическими свойствами). Таким образом, разработка технологии получения материала на основе титана с регламентированной пористостью и высоким комплексом механических и физических характеристик, позволяющей создавать новые виды остеоинтегрирующих медицинских имплантатов является актуальной научной и практической задачей.

Цель ПНИ состоит в разработке научно-технических основ получения наноструктурированного остеоинтеграционного пористого (НОП) материала из титана для медицинских изделий.

Результаты работы могут быть использованы при разработке остеоинтегрирующих имплантатов и покрытий эндопротезов для лечения травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата человека. Титан и его сплавы по своей биологической инертности превосходят нержавеющие стали и кобальтовые сплавы, применяемые для аналогичных целей. По сравнению с пористыми материалами из титана и тантала, полученными прототипированием разрабатываемый материал будет обладать более высоким комплексом механических свойств и значительно меньшей стоимостью, что позволит более широко использовать новый пористый титан для изготовления имплантатов. Работы могут развиваться в двух направлениях: для создания объемных имплантатов, замещающих костные дефекты и для фиксирующих остеоинтегрирующих покрытий имплантатов, например, эндопротезов крупных суставов.

Создание технологии получения нового материала с более высоким комплексом характеристик работоспособности и невысокой стоимостью позволит разрабатывать новые виды имплантатов и расширить виды медицинских услуг, оказываемых населению. Потребителем продукта проекта должны стать предприятия, производящие медицинские

изделия. Результаты ПНИ должны стать основой для дальнейших ОКР и ОТР при разработке конкретных изделий из пористого титана и его сплавов.

Использование разработанных научно-технических принципов при производстве медицинских изделий позволит значительно уменьшить долю импортной продукции, такой как материал «Тробекуляр» (фирмы Зиммер), вертлюжных компонентов с остеоинтеграционным покрытием фирмы Баймет и др. Экспертная оценка рынка аналогичной продукции в Российской Федерации составляет не менее 200 млн. руб. в год. Кроме медицинского направления результаты работы могут быть использованы в других областях экономики при разработке новых видов изделий, например, для изготовления фильтров грубой и тонкой очистки агрессивных жидкостей и газов, фиксирующих элементов для технологического оборудования нефтехимической промышленности и других машиностроительных предприятий. Направления исследований по проекту является патентоспособным по технологии получения наноструктурированного пористого материала на основе титана, поэтому реализация результатов возможна также за счет продажи лицензии на патент.

2. Соисполнители.

Нет.

3. Основные результаты выполнения второго этапа проекта (2015 г.)

Установлены закономерности влияния исходного материала, условий прессования и режимов диффузионной сварки на структуру и прочностные характеристики заготовок НОП материала. Проведено исследование влияния режимов диффузионной сварки на структуру и свойства заготовок НОП материала. Обоснован выбор режимов диффузионной сварки заготовок НОП материала. Разработаны программы и методики испытаний экспериментальных образцов заготовок НОП материала. Исследовано влияние термокинетических условий наводороживания на структуру и свойства проволочных и волоконных образцов из титана. Разработана и изготовлена технологическая оснастка для диффузионной сварки заготовок НОП материала.

В результате выполнения ПНИ показана возможность получения заготовок НОП материала, полученных высокоскоростным затвердеванием расплава со сквозной объемной пористостью выше 50% и размером пор более 50 мкм. Установлены закономерности влияния исходного материала, условий прессования и режимов диффузионной сварки на структуру и прочностные характеристики заготовок НОП материала. Показано, что наибольшей прочностью заготовки НОП материала с пористостью от 50 до 80% обладают после диффузионной сварки при 1000°С в течение 1 часа. Проведен анализ кинетики наводороживания и изменения структуры на монолитных образцах технически чистого титана. Установлено, что введение водорода позволяет значительно снизить (на 150-200°С) температуру фазовой перекристаллизации материала. Определены перспективы снижения температуры диффузионной сварки с сохранением прочностных характеристик НОП материала при использовании термоводородной обработки заготовок.

Впервые проведены исследования диффузионной сварки волокон, полученных методом высокоскоростной закалки расплава (ВЗР). Установлено, что волокна ВЗР обладают высоким содержанием дефектов кристаллического строения, что способствует интенсификации процессов фазовой перекристаллизации при диффузионной сварке и формированию физических контактов волокон общими зернами материала. Разработаны новые методы определения прочностных и пластических характеристик высокопористых материалов (до 80%).

Разработанные режимы диффузионной сварки заготовок НОП материала обеспечивают требуемые характеристики сквозной пористости (объемная пористость от 50 до 80%, средний размер пор 100-500 мкм), что соответствует требованиям технического задания на выполнение проекта.

Полученные в процессе диффузионной сварки заготовки НОП материал обладают прочностью от 80 до 200Мпа, что находится на уровне лучших зарубежных остеоинтегрирующих материалов, полученных 3d-прототипированием с использованием электролучевой сварки.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению 14.577.21.0013 на этапе 2 исполненными надлежащим образом.