

**УДК 546**

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА СИСТЕМЫ Ti-Nb-Ta-Zr МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Мария Игоревна Баскакова

*Магистр 1 года,*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научные руководители: А.Г. Колмаков,*

*чл.-корр. РАН, доктор технических наук, заместитель директора ИМЕТ РАН*

*Е.О. Насакина,*

*кандидат технических наук ИМЕТ РАН*

Материалы, применяемые в медицине для изготовления имплантатов, должны проявлять комплекс свойств, обеспечивающих совместимость медицинского изделия и организма, таких как сверхупругость, низкие значения модуля Юнга, высокая коррозионная стойкость и биосовместимость.

Низкие значения модуля Юнга (50 - 80 ГПа) и сверхупругое поведение, близкое к поведению живой ткани, демонстрируют сплавы с эффектом памяти формы, особенно, сплавы Ti-Ni. Это привело к их широкому применению в медицине. Однако токсичные свойства никеля ограничивают их дальнейшее медицинское применение.

В связи с вышесказанным актуальным является создание «безникелевых» титановых сплавов с памятью формы, проявляющих сверхупругое поведение. С целью изыскания такого перспективного материала, отвечающего указанным требованиям, был взят сплав системы Ti-Nb-Ta-Zr.

Такие элементы как титан, цирконий, ниобий, тантал, являются нетоксичными, вследствие чего не вызывают неблагоприятных реакций в организме человека.

Целью работы является разработка технологии получения сверхупругого сплава Ti-Nb-Ta-Zr для медицинского применения и исследование его свойств.

Для этого в работе предусматривается решить следующие задачи:

1. Постадийно разработать технологию получения проволоки из сплава Ti-Nb-Ta-Zr различных составов.

2. Исследовать микроструктуру, фазовый и послойный элементный составы образцов на всех стадиях изготовления проволоки.

В качестве объектов исследования был выбран сплав Ti-Nb-Ta-Zr следующих составов: Ti-20Nb-10Ta-5Zr, Ti-25Nb-10Ta-5Zr, Ti-25Nb-13Ta-5Zr, Ti-20Nb-13Ta-5Zr, Ti-30Nb-10Ta-5Zr, Ti-30Nb-13Ta-5Zr. В качестве шихтовых материалов использовались йодидный титан, йодидный цирконий, технически чистый ниобий и технически чистый тантал.

Технология изготовления проволоки медицинского назначения предусматривала следующие этапы:

- выплавка слитков из чистых шихтовых материалов вакуумно-дуговым методом;
- гомогенизационный отжиг слитков;
- прокатка слитков;
- ротационная ковка слитков;
- волочение заготовок.

Проведены исследования послыйного элементного состава образцов Ti-Nb-Ta-Zr при помощи Оже-спектрометрии, фазового состава с помощью рентгеновской дифрактометрии, структуры на оптическом, сканирующем микроскопах.

Было подтверждено содержание элементов в исследованных образцах, отмечено равномерное распределение элементов по объему слитков. Установлено, что равномерная структура получена для всех составов, до и после гомогенизирующего отжига. Рентгеновская дифрактометрия свидетельствует, что элементы сплава не распределены в нем отдельными фрагментами, а соединены в единую структуру. Слиткам присуща дендритная структура, характерная для сплавов, полученных литьем. При этом ниобий и цирконий распределены равномерно по всему объему образцов, тантал сконцентрирован в самих дендритах, титан преимущественно находится в областях между осями дендрита, но встречается и в нем.

## Литература

1. Жукова Ю.С. Получение и исследование свойств сверхупругих сплавов Ti-Nb-Ta, Ti-Nb-Zr медицинского назначения. М.: МИСиС, 2013. 167 с.
2. Ооцука К., Симидзу К., Судзуки Ю. Сплавы с эффектом памяти формы. М.: Металлургия, 1990. 224 с.
3. Nasakina E.O., Baikin A.S., Sevost'Yanov M.A., Kolmakov A.G., Zabolotnyi V.T., Solntsev K.A. Properties of nanostructured titanium nickelide and composite based on it [Theoretical Foundations of Chemical Engineering], 2014, pp. 477-486.
4. Насакина Е.О., Севостьянов М.А., Гончаренко Б.А., Леонова Ю.О., Колмаков А.Г., Заболотный В.Т. Методы исследования коррозионной стойкости медицинского сплава нитинол с эффектом памяти формы. Способы изменения коррозионной стойкости // Перспективные материалы. 2014. № 9. С. 19-33.
5. Заболотный В.Т., Колмаков А.Г., Севостьянов М.А., Насакина Е.О. Совершенствование медицинских изделий для эндоваскулярных операций // Интеграл. 2013. № 4. С. 42-45.