

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ СВЕРХУПРУГОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Ti-Zr-Nb С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ Zr

Барилюк Д.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, г. Москва, Россия

E-mail: [DanyBary@mail.ru](mailto:DanyBary@mail.ru)

## STRUCTURE OF THE NOVEL SUPERELASTIC Ti-Zr-Nb ALLOY WITH A HIGH Zr CONTENT

Barilyuk D.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>) National university of Science and Technology MISiS, Moscow, Russia

The novel superelastic Ti-42Zr-11Nb (at.%) alloy was examined by the EDS and XRD techniques. The lattice parameters of  $\beta$  and  $\alpha''$  phases were measured using XRD data to calculate the crystallographic recovery strain limit. The maximum transformation strain of 5.6% was obtained in the  $[011]\beta$  direction

Одним из ключевых направлений современного материаловедения является создание полностью биосовместимых металлических материалов для замены костной ткани. Классические сплавы с эффектом памяти формы на основе Ti-Ni обладают высокими функциональными свойствами, но вызывают аллергическую реакцию при имплантации в организм. Перспективной заменой этим сплавам могут стать сплавы системы Ti-Zr-Nb [1, 2].

Сплавы с повышенным содержанием циркония демонстрируют высокие значения теоретического ресурса обратимой деформации [3]. Наиболее полная реализация данного ресурса возможна при условии оптимального фазового состава материала при комнатной температуре. Решение этой задачи возможно путем оптимизации химического состава материала. Таким образом, целью данной работы является получение сверхупругого титанового сплава медицинского назначения с новым химическим составом Ti-42Zr-11Nb и изучение его структуры.

В дуговой вакуумной печи был получен лабораторный слиток состава Ti-42Zr-11Nb (at.%). Для гомогенизации полученного сплава был проведен отжиг при 950 °С в течение часа с закалкой в воду и термомеханическая обработка (ТМО), включающая в себя холодную прокатку со степенью деформации  $\epsilon = 0.3$  и последеформационный отжиг при 550 °С с закалкой в воду. Исследование химического состава было проведено методом энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС) на сканирующем электронном микроскопе. Интегральный химический состав сплава составил: Ti-46.9±0.6, Zr-42.0±0.3, Nb 10.8±0.2, что подтверждает хорошее соответствие действительного состава номинальному. Микроструктура образца после гомогенизации была исследована с помощью инвертированного светового микроскопа. Средний размер зерна составил 465±92 мкм. После проведения ТМО фазовый состав сплава был изучен методом рентгеновской

дифракции (XRD). Основываясь на данных, представленных на рисунке 3, для исследуемого сплава были рассчитаны параметры кристаллической решетки и кристаллографический ресурс обратимой деформации в направлении  $[011]\beta$  [4].

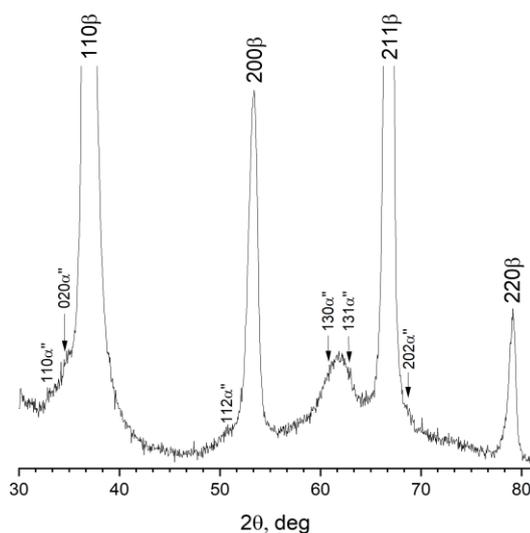


Рис. 1. Рентгенограмма сплава Ti-42Zr-11Nb после ТМО.

Параметры кристаллической решетки для  $\beta$ -фазы:  $a=0.3429$  нм; для фазы  $\alpha''$ :  $a=0.3190$  нм,  $b=0.5123$  нм,  $c=0.4795$  нм. Максимальный кристаллографический ресурс обратимой деформации составил 5,6% в направлении  $[011]\beta$ .

Таким образом, исследуемый сплав обладает перспективным фазовым составом и высоким теоретическим ресурсом обратимой деформации и поэтому представляет интерес для дальнейшего исследования особенностей микроструктуры и функциональных свойств.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания (код проекта 0718 2020 0030)*

1. J. Fu, A. Yamamoto, H.Y. Kim, H. Hosoda and S. Miyazaki, Acta Biomaterialia 17, 56-67, (2015).
2. A. S. Konopatskii, Yu. S. Zhukova, S. M. Dubinskii, A. A. Korobkova, M. R. Filonov and S. D. Prokoshkin, Metallurgist 60, 223-228, (2016).
3. H.Y. Kim, S. Miyazaki, Ni-Free Ti-Based Shape Memory Alloys, Butterworth-Heinemann, 57-59, (2018).
4. Yu. S. Zhukova, M. I. Petrzhek and S. D. Prokoshkin, Russian Metallurgy (Metally) 2010, 1056-1062, (2010).