

УДК 617.582.5:621.763

**РАЗРАБОТКА БИОСОВМЕСТИМОГО МЕДИЦИНСКОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ СПЛАВА Ti-29Nb-13Ta-
4,6Zr**

Наталья Витальевна Березина

Магистр 1 года,

кафедра «Материаловедение в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Колмаков,

доктор технических наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры

*«Материаловедение в машиностроении», заместитель директора института ИМЕТ
РАН по научной работе*

В настоящее время существует большое количество различных материалов, используемых для создания эндопротезов тазобедренного сустава (титан, Ti-6Al-4V, Ti-15Mo-5Zr-3Al, Ti-5Al-2,5Fe, группа сплавов на основе кобальта и хрома с добавлением молибдена, никеля, вольфрама и железа и др.). Однако ни один материал не обладает комплексом свойств, требуемых для длительного и безопасного применения в организме человека. Наличие токсичных элементов (никель, ванадий, алюминий и др.) приводит к различным послеоперационным осложнениям. Кроме того, сплавы без их участия не могут обеспечить требуемые механические характеристики конечного изделия. Поэтому перспективным решением этих проблем могут стать титановые сплавы, содержащие нетоксичные элементы (титан, тантал, ниобий, цирконий), обладающие коррозионной стойкостью, высокими прочностными и усталостными свойствами в сочетании с низким модулем упругости, соответствующему поведению живых тканей, что позволит создать материал, удовлетворяющий требованиям эндопротезов.

Поэтому целью данной работы являлась разработка биосовместимого медицинского композиционного материала на основе сплава Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr.

Вначале готовили навески металлов, соответствующие составу Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr масс%. Плавка навесок проводилась в электродуговой вакуумной печи с нерасходуемым вольфрамовым электродом LK8 фирмы LEYBOLD-HERAEUS (Германия). Навески помещались в медный водоохлаждаемый кристаллизатор, после чего рабочая камера герметично закрывалась и вакуумировалась до давления $1 \cdot 10^{-2}$ мм. рт. ст. После этого в камеру напускался аргон до давления 2 атм. Слитки получали массой 35 г. Производилось 7 переплавов для достижения однородности состава. Форма слитка – двояковыпуклая линза, диаметр 25-30 мм, высота- 10-15 мм.

Далее в этих условиях полученные слитки сплавляются в единый слиток весом 70 г за 3 переплава. Конечный слиток имел длину 60-70 мм, ширину 20-25 мм, высоту 10-12 мм.

Следующим этапом была прокатка полученных слитков. Сущность процесса прокатки заключалась в том, что заготовка обжималась (сдавливалась), проходя в зазор между вращающимися валками, при этом, она уменьшается в своем поперечном сечении и увеличивается в длину. Прокатка происходила на реверсивном стане ДУО-300. Выплавленные слитки деформировали на воздухе с шагом 0,1 мм до конечного листа с толщиной 1 мм. Прокатка осуществлялась без предварительного подогрева слитка, что свидетельствует о высокой пластичности сплава.

В работе проводилось изучение механических свойств полученных пластин, исследование прочности при растяжении проводили на универсальной испытательной машине INSTRON 3382 со скоростью растяжения 1 мм/мин. На одну экспериментальную точку испытывали по 3 образца. Изучалось влияние деформации при продольном и поперечном растяжении на свойства материала. Определялись значения условного предела текучести $\sigma_{0,2}$, предела прочности σ_b и относительное удлинение, результаты усредненных значений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Средние значения механических свойств

Примечание	Отн. удл.	Предел текучести (МПа)	Предел прочности (МПа)	Нагрузка (Н)	Площадь (мм ²)	Е (ГПа)
Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr (% , вес) пластина поперек	15,42	380,23	738,82	4158,6	5,520	11,62
Ti-29Nb-13Ta-4,6Zr (% , вес) пластина вдоль	15,56	371,22	785,73	4244,4	5,297	12,47

Материал, исследуемый в работе, имеет низкий модуль Юнга и обладает необходимыми механическими свойствами для изготовления изделий медицинского назначения.

Литература

1. *Sergienko K.V., Sevost'yanov M.A., Konushkin S.V., Nasakina E.O., Baikin A.S., Shatova L.A., Kolmakov A.G.* Investigation of static properties of medical alloys Ti-(20-30)Nb-(10-13)Ta-5Zr // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 347 (2018) 012049. DOI:10.1088/1757-899X/347/1/012049.
2. *Nadim James Hallab, Joshua James Jacobs* Orthopedic Applications // Biomaterials Science (Third Edition), 2013, Pages 841-882.
3. *Michel Assad, Nicolette Jackson* Biocompatibility Evaluation of Orthopedic Biomaterials and Medical Devices: A Review of Safety and Efficacy Models // Encyclopedia of Biomedical Engineering, 2019, Pages 281-309.
4. *C. J. de Araujo, Gomes A. A., Silva J. A.* Fabrication of shape memory alloys using the plasma skull push-pull process // Journal of Materials Processing Technology, 2009, Vol. 209, Pages 3657-3664.
5. *Kaplan M.A., Sevost'yanov M.A., Nasakina E.O., Baikin A.S., Sergienko K.V., Konushkin S.V., Kolmakov A.G.* Influence of the Surface Modification on the Mechanical Properties of NiTi (55.8 wt % Ni) Alloy Wire for Medical Purposes // Inorganic Materials: Applied Research, 2018, Vol. 9, No. 4, pp. 751-756. DOI: 10.1134/S2075113318040159