

УДК 669

Исследование физико-механических свойств сплавов Ti-(36-40)Zr-9Ta (ат %) медицинского назначения

Волчихина Мария Алексеевна

*Магистр 1 года,**кафедра «Материаловедение и технологии материалов»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: А.Г. Колмаков,**чл.-корр. РАН, доктор технических наук*

Создание перспективных медицинских сплавов является актуальной задачей для современного материаловедения. На данный момент ведется разработка сплавов для изготовления протезов, стентов и кава-фильтров [1].

В настоящее время в медицине используются нержавеющие стали, титан и сплавы на его основе и кобальт-хромовые сплавы. Они обладают высокой прочностью, биосовместимостью и износостойкостью. Однако, их использование ограничено ввиду наличие в составе таких легирующих элементов, как Al, Cr, V, которые вызывают токсикологические и аллергические реакции организма [2-3].

Учитывая риски использования вышеупомянутых сплавов, на данный момент ведется активная разработка метастабильных β -титановых сплавов путем добавления нетоксичных элементов, стабилизирующих бета-фазу (Nb, Zr, Ta, Mo, Sn и др.) [21], например сплавы системы Ti-Zr-Ta, которые рассмотрены в данной работе.

Сплавы состава Ti-(36-40)Zr-9Ta были подвержены горячему прокату при температуре 600 °С и закалке с температур 500, 550 и 600 °С с выдержкой 5 минут и последующим охлаждением в воде. После проведения термической обработки была исследована микроструктура сплавов и их механические свойства. Микроструктура сплавов представлена на рисунке 1.

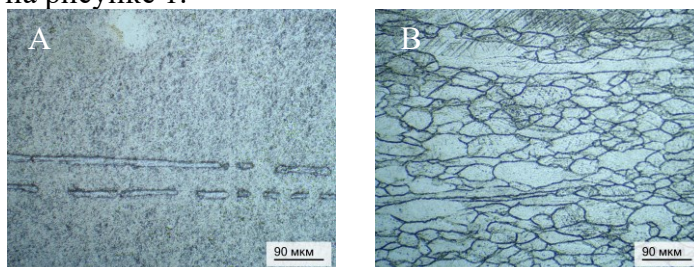


Рис. 1. **А** Структура сплава Ti-40Zr-9Ta после проката; **В** Структура сплава Ti-40Zr-9Ta после закалки 600 °С.

Результаты исследований показали, что в структуре сплавов после проката присутствует слоистая структура. Термическая обработка приводит к зарождению и росту новых зерен.

В таблице 1 представлены механические свойства сплавов системы Ti-(36-40)Zr-9Ta.

Таблица 1. Механические свойства сплавов системы Ti-(36-40)Zr-9Ta

Сплав	Состояние сплава	Относительное удлинение, %	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа
Ti-36Zr-9Ta	После прокатки	15,5 ± 2,1	301 ± 14	906 ± 27
	500 °С	15,4 ± 0,7	340 ± 12	1108 ± 17
	550 °С	18,4 ± 0,9	352 ± 16	1014 ± 12
	600 °С	20,9 ± 0,5	343 ± 9	858 ± 21

Ti-38Zr-9Ta	После прокатки	$19,1 \pm 1,6$	257 ± 16	946 ± 18
	500 °С	$16,0 \pm 1,4$	327 ± 7	1043 ± 15
	550 °С	$19,2 \pm 1,1$	345 ± 17	1010 ± 15
	600 °С	$18,6 \pm 2,6$	349 ± 8	831 ± 10
Ti-40Zr-9Ta	После прокатки	$13,8 \pm 2,8$	229 ± 9	867 ± 15
	500 °С	$15,1 \pm 2,0$	327 ± 7	1036 ± 15
	550 °С	$19,7 \pm 0,4$	359 ± 19	1059 ± 6
	600 °С	$20,9 \pm 0,4$	340 ± 7	879 ± 1

Закалка сплавов Ti-36Zr-9Ta и Ti-40Zr-9Ta приводит к изменению пластических свойств в пределах погрешности, а пластичность сплава Ti-38Zr-9T снижается после закалки при 500°С. Максимального значения пределы прочности сплавы Ti-36Zr-9Ta и Ti-38Zr-9Ta достигают при закалке с 500°С, а максимум σ_B для сплава Ti-40Zr-9Ta наблюдается при температуре закалки 550°С. Дальнейшее повышение температуры термической обработки приводит к падению предела прочности.

Литература

1. Страумал Б.Б., Горнакова А.С., Кильмаметов А.Р., Рабкин Е., Анисимова Н.Ю., Киселевский М.В. Сплавы для медицинских применений на основе β -титана. *Izvestiya Vuzov. Tsvetnaya Metallurgiya*. 2020;(6):52-64
2. Grosogeat B. et al. Toxicological Risks of the Cobalt–Chromium Alloys in Dentistry: A Systematic Review // *Materials*. – 2022. – Т. 15. – №. 17. – С. 5801.
3. Bruna C. Costa, Cíntia K. Tokuhara, Luís A. Rocha, Rodrigo C. Oliveira, Paulo N. Lisboa-Filho, João Costa Pessoa Vanadium ionic species from degradation of Ti-6Al-4V metallic implants: In vitro cytotoxicity and speciation evaluation // *Materials Science and Engineering*. - 2019. - №96. - С. 730-739.