ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Окулова Артема Владимировича «Прочные низкомодульные сплавы на основе систем Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb, Ti-Fe и TiNi для биомедицинского применения», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность темы диссертации связана с необходимостью получения новых многофункциональных материалов, в частности для биомедицинского применения. Для использования в ортопедии материал должен быть биосовместимым, иметь механические характеристики (модуль Юнга, предел текучести) близкие к механическим характеристикам костной ткани, обладать износо- и коррозионной стойкостью. Исходя из этого, А.В. Окуловым для исследования были синтезированы бинарные титановые сплавы на основе биосовместимых систем Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb, Ti-Fe, сокращенно именуемые $(Ti_x(Zr/Hf/Nb/Fe)_{100-x})_y$ и для сравнения ряд объемных сплавов на основе Ti-Ni различного химического состава. Для снижения модуля Юнга $(Ti_x(Zr/Hf/Nb/Fe)_{100-x})_y$ сплавов автор избрал путь создания микропористых структур на их основе методом деаллоинга сплавов-предшественников $(Ti_x(Zr/Hf/Nb/Fe)_{100-x})_yCu_{100-y}$ в жидком металле (Mg). Кроме того, в работе получены и исследованы металл-полимерные композиты.

Основная цель работы – установление закономерностей формирования микроструктуры и физико-механических свойств микропористых бинарных сплавов Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb, Ti-Fe, полученных методом деаллоинга в жидком магнии из сплавов-предшественников соответствующего состава, а также для сравнительного анализа ряда объемных сплавов на основе Ti-Ni.

Новизна работы заключается в следующем – разработан новый класс конструкционных сплавов с низким значением модуля Юнга; изучены их свойства в зависимости от параметров деаллоинга (температура, время) и химического состава сплавов-предшественников.

Научная и практическая значимость работы состоит в расширении знаний в области распада сплавов в результате селективного растворения одного из элементов сплава-предшественника в жидком металле с последующим химическим удалением. Данные знания необходимы для целенаправленного синтеза новых высокопрочных, микропористых и биосовместимых материалов, которые широко востребованы на рынке медицинских изделий.

При прочтении автореферата возникли следующие замечания:

1. Из текста неясно, что понимается под размером лигамента и как он оценивался для полученных микропористых бинарных сплавов Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb и Ti-Fe.

2. А.В. Окуловым оценен размер лигаментов и установлена его зависимость от технологических параметров деаллоинга (температура, время). Не менее важной характеристикой материалов для биомедицины является пористость. Для систем Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb и Ti-Fe определена объемная доля пор, но нет информации об их размерах и являются ли они сквозными.

Вместе с тем, данные замечания не снижают ценности полученных результатов, а их достоверность не вызывает сомнений. Кроме того, в работе приведена точность определения экспериментальных величин.

Автореферат А.В. Окулова хорошо структурирован, написан хорошим научным языком, обширные экспериментальные данные изложены четко, рисунки и таблицы соответствуют результатам. К каждой главе сделаны адекватные выводы. Из заключения следует, что поставленные цели и задачи успешно решены.

Результаты работы опубликованы в 4 статьях в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК, а также в 5 тезисах докладов в материалах российских и международных конференций.

Диссертация А.В. Окулова «Прочные низкомодульные сплавы на основе систем Ti-Zr, Ti-Hf, Ti-Nb, Ti-Fe и Ti-Ni для биомедицинского применения» соответствует паспорту специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а также требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Старший научный сотрудник лаборатории
углеродных наноматериалов Института физики
металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН,
кандидат физико-математических наук А.П. Рубштейн

«25» февраля 2020 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук
Почтовый адрес: 620108, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18
Тел.: (343) 378-35-37
E-mail: rubshtein@imp.uran.ru

С отзывом ознакомлен
Окулов А.В.
28.02.2020

Подпись Рубштейн
заверяю
Руководитель общего отдела
Н.Ф.Лямина
2020г.