

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тёммеса Александра  
«Структура и свойства биосовместимых метастабильных сплавов Ti-Nb,  
полученных литьем в медные формы», представленной на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.16.09 – материаловедение (в машиностроении)

Двухкомпонентные сплавы на основе титана и ниобия вследствие их низкого модуля упругости и высокой коррозионной стойкости являются перспективными современными материалами для целей эндопротезирования. Вместе с тем структура и свойства сплавов Ti-Nb, полученных методом литья без последующей термической обработки, практически не исследована. В связи с этим диссертационная работа Александра Тёммеса, направленная на установление структурного состояния и свойств, полученных литьем в медные формы биосовместимых метастабильных сплавов Ti-Nb, характеризуется научной и практической значимостью.

В работе проведены металлографические исследования Ti-Nb сплавов, содержащих от 10 до 45 % ниобия, которые показали, что в зависимости от состава заготовок, полученных литьем в медные водоохлаждаемые формы, возможно формирование трех различных типов структур. На основании результатов экспериментов по дифракции синхротронного рентгеновского излучения установлены значения структурных параметров формирующихся фаз и определены коэффициенты их термического расширения в широком диапазоне температур. Установлено, что в сплавах с высоким содержанием ниобия в процессе их быстрого охлаждения за счет спинодального распада формируются два типа  $\beta$ -фазы, отличающиеся параметрами решетки на  $\sim 1\%$ . В работе определены температуры начала и окончания формирования метастабильных фаз при охлаждении титан-ниобиевых сплавов, зафиксированы температурный гистерезис фазовых превращений, а также температуры термодинамического равновесия между  $\beta$ -фазой и выделяющимися из нее метастабильными фазами. Важным для практического приложения результатом работы является определение содержания ниобия (17,5 %), обеспечивающее значение модуля Юнга Ti-Nb сплава, приближающееся к модулю Юнга кортикальной кости человека.

В качестве замечания следует отметить отсутствие в автореферате более развернутых данных о методике дифракционных исследований с использованием синхротронного рентгеновского излучения и, в частности, длины волны используемого излучения.

По теме диссертации опубликовано 19 печатных научных работ, в том числе 2 статьи в изданиях, соответствующих перечню ВАК РФ, 10 статей в научных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, а также 7 публикаций в сборниках материалов и трудов научных конференций.

Работа Тёммеса Александра направлена на решение важной научно-технической проблемы, выполнена на хорошем научном уровне, имеет хорошую перспективу для практической реализации и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении), а ее автор заслуживает присвоения искомой степени.

Согласен на обработку персональных данных.

Кукареко Владимир Аркадьевич, д.ф.-м.н., 01.04.07, профессор

Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси», Центр структурных исследований и трибо-механических испытаний материалов и изделий машиностроения, начальник центра ул. Академическая, 12, 220072, г. Минск, Республика Беларусь. Тел. +375(17) 3742405.

[v\\_kukareko@mail.ru](mailto:v_kukareko@mail.ru)

30.11.2020 г.

*Людмила в целом*  
14.12.2020