

Ученому секретарю  
диссертационного совета  
24.2.479.14  
на базе ФГБОУ ВО «Уфимский  
университет науки и технологий»  
к.т.н., доценту Бобрук Е.В.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Резяповой Луизы Рустамовны  
«Механические свойства и биосовместимость наноструктурного  
титана *Grade 4* для медицинских применений»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы

Челюстно-лицевые и зубные имплантаты – это медицинские изделия, которые вживляют в человека на достаточно долгое время или навсегда, обеспечивая ему необходимые и комфортные условия для жизни. Именно поэтому существует необходимость в их постоянном улучшении и усовершенствовании материалов, из которых они изготавливаются. Исходя из этого, тема диссертационной работы является весьма актуальной и несет большую значимость для развития медицинской промышленности в области хирургии и травматологии.

Автором диссертационной работы проведен значительный объем экспериментальных исследований, поэтапно рассмотрены фазовые превращения и изменения механических свойств титана *Grade 4* после термомеханической обработки, включающей в себя ИПДК и отжиги, что позволило установить закономерности формирования наноструктуры титана *Grade 4* с наноразмерными частицами вторых фаз (частиц  $\beta$ -фазы с размером  $90\pm 10$  нм и интерметаллидов  $Ti_2Fe$  с размером  $22\pm 2$  нм). Полученные результаты имеют фундаментальную ценность для титановых сплавов и разработки режимов их термомеханической обработки, приводящей к формированию сверхпрочного состояния (от  $\sigma_B = 680\pm 10$  МПа до  $\sigma_B =$

ВХОД. № 801-13  
«13» 03 2024г.

1510±30 МПа). Помимо этого, автором были проведены исследования объемных заготовок, полученных РКУП-К с дальнейшим волочением, и исследования механических и поверхностных свойств образцов-имплантатов что позволяет оценить практическую значимость работы, заключающейся в:

- научно-обоснованных режимах термомеханической обработки, включающей последовательное применение термических обработок, РКУП-К и волочения, улучшающих механические свойства полуфабрикатов – прутков, пригодных для изготовления изделий имплантатов в виде пластин и винтов, и их миниатюризации;

- результатах исследования механической обработки прутковых полуфабрикатов титана *Grade 4*, представляющих практический интерес в связи с возможностью повышения ее производительности за счет увеличения скорости резания для наноструктурного титана по сравнению с крупнозернистым титаном с целью достижения минимальной шероховатости  $Ra$  ( $0,3\pm 0,03\text{мкм}$ ) обработанной поверхности;

- улучшении эксплуатационных свойств и ускорении процессов остеинтеграции имплантатов в виде пластин и винтов для челюстно-лицевой хирургии, изготовленных из наноструктурного титана *Grade 4*.

Однако по работе имеются следующие замечания:

- 1) Титан *Grade 4* – технически чистый титан, в котором содержание железа не превышает 0,5 мас. %. Как объясняется наличие такого количества частиц интерметаллидов  $Ti_2Fe$  и  $\beta$ -фазы в объеме материала?

- 2) Почему при механической обработке резанием при всех равных условиях обработки исследуемые материалы имеют различную шероховатость?

Несмотря на вышеуказанные замечания, считаю, что диссертационная работа Резяповой Л.Р. соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям и п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а её автор – Резяпова Луиза Рустамовна – заслуживает



присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности  
2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

Декан механико-технологического факультета  
Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский,  
политехнический университет»,

доктор технических наук, доцент

Докторская диссертация защищена по специальности 05.02.08 – Технология  
машиностроения

Адрес организации: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский  
проспект, д. 29

Тел.: +7 (342) 2-198023

Адрес электронной почты: pesin@pstu.ru

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения.

Организация – место работы: ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический университет».

Должность: декан Механико-технологического факультета,  
профессор кафедры «Инновационные технологии машиностроения».

Подпись доктора технических наук

Песина Михаила Владимировича заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ,  
кандидат исторических наук, доцент



Учёный секретарь  
Учёного совета ПНИПУ  
В.И. Макаревич  
4 » 03 2024 г.