



**Учреждение науки
«ИНЖЕНЕРНО - КОНСТРУКТОРСКИЙ ЦЕНТР
СОПРОВОЖДЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»
(Учреждение науки ИКЦ СЭКТ)**

197343, Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка, дом 57 А,
тел./факс: (812) 640-66-92, (812) 640-66-94
ИНН/КПП 7825684957/781401001,
ОГРН 1027809250743
ОКПО 48925598

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ежова Игоря Вячеславовича «Неравновесные состояния в мелкокристаллических медицинских сплавах кобальта и титана, полученных методом селективного лазерного сплавления», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

На современном уровне развития техники все большую популярность приобретает производственный процесс, построенный на основе применения аддитивных технологий. В различных методах при реализации аддитивных технологий наиболее точным является метод селективного лазерного сплавления (СЛС), что позволяет использовать его для производства изделий медицинского назначения с учетом индивидуальных особенностей человеческого организма.

Доказано, что металлические материалы, полученные методом СЛС находятся в неравновесном состоянии, а применение известных промышленных способов термообработки не приводит к положительным результатам. Это обстоятельство требует специальных исследований скорости диффузии, мартенситных превращений структуры материалов, полученных методом СЛС, что в свою очередь подчеркивает актуальность тематики представленной работы.

В представленном автореферате корректно сформулирована цель диссертационной работы, заключающаяся в экспериментальном установлении причины образования неравновесных состояний в мелкокристаллических медицинских сплавах кобальта и титана, изготовленных методом селективного лазерного сплавления.

Автором в полной мере отражены результаты и положения диссертации, выносимые на защиту, основными из которых являются:

1. Корректное обоснование двойникования в сплавах Ti-6Al-4V и Co-Cr-Mo обусловленное высокими напряжениями, которые возникают в материале в процессе лазерного сплавления.
2. Результаты исследования содержания кислорода и азота в СЛС-образцах Ti-6Al-4V, полученных с помощью лазерного 3D-принтера, показывающие, что использованный режим работы принтера обеспечивает точное воспроизведение химического состава медицинского сплава Ti-6Al-4V.

3. Установлено протекание мартенситного текстурно-фазового перехода в процессе лазерного сплавления в образце Ti-6Al-4V за счет прямого мартенситного превращения.

4. Разработаны основы методики изготовления Ti-6Al-4V и Co-Cr-Mo сплавов методом селективного лазерного сплавления, в которую входит определение технологических параметров работы 3D-принтера и режимов постобработки образцов.

Для подтверждения достоверности полученных результатов в работе были использован рентгенструктурный анализ образцов, микроструктурный анализ и анализ физико-механических свойств с применением наноиндентирования исследуемых образцов.

Так же следует отметить представленные автором подробные результаты по контролю остаточных напряжений, вызванных технологическими особенностями послойного выращивания в процессе селективного лазерного сплавления и их влияние на структуру и механические свойства в сплаве Ti-6Al-4V.

К замечаниям можно отнести следующее: из текста автorefерата не ясно общее количество образцов подвергнутых различным исследованиям и их объем, что в свою очередь не дает возможность статистической оценки полученных значений. Однако данное замечание не влияет на общую положительную оценку представленной работы.

Результаты диссертационной работы Ежова И.В. докладывались на Международных и Всероссийских конференциях. Материалы опубликованы в 19 работах, из которых 8 статей в журналах из списка ВАК РФ.

Исходя из представленного автorefерата считаю, что диссертационная работа: «Неравновесные состояния в мелкокристаллических медицинских сплавах кобальта и титана, полученных методом селективного лазерного сплавления» является завершенным научным исследованием и удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ежов Игорь Вячеславович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заместитель директора – Главный конструктор
Учреждения науки
«Инженерно-конструкторский центр
сопровождения эксплуатации космической техники»
кандидат технических наук

11.05.2021

197343, Санкт-Петербург,
ул. Матроса Железняка, дом 57, литер А
тел./факс: (812) 640-66-92
kinzhiki@mail.ru

Сотрудник оргкомитета
19.05.2021 Ежов И.В.

Кинжагулов
Игорь Юрьевич

Подпись Кинжагурова Игоря Юрьевича

удовлетворяю



Кинжагулов