



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СТУПИНСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ» (АО «СМК»)

Станционная ул., д. 20а, стр. 1, пом. 27, мкр-н Центральный, г. Домодедово, Московская обл., 142000
Почтовый адрес: Пристанционная ул., владение 2, г. Ступино, Московская обл., 142800
Тел.: +7 (985) 770-09-08; +7 (495) 598-50-00, доб.40-01; Факс: +7 (495) 598-50-10
E-mail: info@cmk-group.com; <http://www.cmk-group.ru>

16.11.22. № 21/98-Д

На № _____ от _____

В диссертационный совет Д 212.125.15
ФГБОУ ВО «МАИ»
Ученому секретарю диссертационного
совета
Скворцовой С.В.

ОТЗЫВ

на диссертационную работу на соискание ученой степени кандидата технических наук
Иванова Алексея Евгеньевича

«Влияние термической и термоводородной обработок на структуру и механические свойства монолитных изделий и пористых покрытий из титановых сплавов, полученных по аддитивным технологиям»

Специальность 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Представленная на отзыв диссертационная работа посвящена актуальной тематике расширения областей применения аддитивных технологий в различных отраслях промышленного производства. Весьма перспективной для практического внедрения уникальных возможностей аддитивных технологий, несомненно, является медицина. Одной из задач, требующих решения при этом является разработка новых, менее энергозатратных и экономически целесообразных технологических процессов, обеспечивающих безусловную надежную работу изделий. Решение этой задачи в области применения для изготовления имплантов из титановых сплавов представляется безусловно важным и своевременным. Тенденция применения изделий из титановых сплавов обусловлена их хорошей биологической и механической совместимостью с организмом человека, высокой коррозионной стойкостью, способностью к остеориентации, малой магнитной восприимчивостью, обеспечивающей возможность и эффективность МРТ-диагностики. Для эффективной реализации всех упомянутых преимуществ титановых сплавов и возможностей аддитивной металлургии необходимы серьезные исследования на всех этапах производства изделий, начиная от определения оптимального химического состава сплавов, изучения процессов структурообразования, технологии селективного лазерного сплавления, прямого лазерного нанесения покрытий, различных видов термической и термоводородной обработки и их влияния на физико-механические и технологические свойства, и завершая технологией формирования контактных поверхностей изделий. Представленная автором работа является очередным шагом, направленным на практическое решение перечисленных задач с научной и инженерной точек зрения. Автором четко сформулированы конкретные цели и задачи, определяющие рамки исследования и те положения, которые выносятся на защиту и обладают научной новизной.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

23.11.22.

Форма № 0001-АФ78-1

В качестве основы для постановки целей и определения задач, требующих решения, автором выполнен подробный анализ литературных данных в части требований, предъявляемых к материалам и конструкциям эндопротезов крупных суставов, сделан обзор различных методов нанесения покрытий, рассмотрены современные методы производства изделий по аддитивным технологиям, влияние термической и термоводородной обработки на изменение структуры и комплекс механических свойств изделий, полученных селективным лазерным сплавлением и прямым лазерным нанесением порошка. Выбор объектов и методов исследования выполнен автором корректно с учетом используемого для СЛС процесса и прямого лазерного нанесения специального оборудования, оборудования для вакуумной термической обработки, а также исходя из запланированных для выполнения работы видов металлографических исследований и испытаний кратковременных свойств.

Автором выполнен большой объем исследования по анализу влияния термической и термоводородной обработок на структуру и свойства образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных методом СЛС. В качестве подтверждения результатов исследований в автореферате диссертации автором представлены многочисленные фотографии микроструктур образцов из титанового сплава Ti-6Al-4V обработанных по различным режимам, а также график влияния температуры нагрева на изменение твердости образцов полученных методом СЛС. Представлен развернутый анализ результатов испытаний механических свойств образцов после термоводородной обработки и после вакуумного отжига. Представляют интерес представленные автором результаты фрактографических исследований изломов образцов, которые позволили достоверно выявить присутствие в структуре отдельных круглых пор, что явилось основанием для выводов о необходимости корректировки процесса СЛС. Автором построены диаграммы полюсной плотности для оценки распределения предела прочности в различных кристаллографических ориентациях плоскостей текстуры исследуемых образцов после отжига. Представлены результаты оценки влияния термической и термоводородной обработки на уровень остаточных напряжений, что позволило сделать вывод о реализации в структуре больших объемных эффектов $\alpha - \beta$ превращений под воздействием водорода и исключительном влиянии на уровень остаточных напряжений только вакуумного отжига и соответственно о полном отсутствии влияния на этот уровень термоводородной обработки. Это очень важная информация для построения оптимального технологического процесса изготовления изделий с требуемым уровнем эксплуатационных характеристик.

Следует отметить также большой объем исследований, представленный автором в специальной главе диссертационной работы по оценке влияния различных видов обработки на структуру и свойства пористых покрытий, полученных различными технологическими методами. Подробно исследованы как структуры самого покрытия, так и структуры на границе раздела покрытие-основа. Построен график распределения пор в покрытии. Анализ результатов исследования позволил автору сделать вывод о большей эффективности применения термоводородной обработки, в сравнении с технологией вакуумного отжига для формирования физико-химического контакта в зоне покрытие-основа при использовании, как прямого лазерного нанесения порошка, так и при плазменном его напылении.

Результаты практической реализации проведенных исследований представлены в завершающей главе работы. Автором предложена технология обработки изделий, полученных с применением процессов аддитивной металлургии. Был опробован на практике разработанный автором метод получения заданной архитектуры пористого покрытия прямым лазерным нанесением порошка на полусферическую заготовки чаши эндопротеза тазобедренного сустава. Оценка фактически полученного распределения пор, их размеров, твердости поверхности подтвердила достижение требуемых функциональных показателей.


Выводы, основанные на результатах, выполненных в рамках работы исследований, сформулированы автором корректно и отражают достижение поставленных целей.

В целом можно констатировать, что работа выполнена на хорошем научном и инженерном уровне, исследования по всем разделам работы проведены методически корректно. Результаты работы обеспечивают их применение для построения оптимальных технологических процессов изготовления изделий в области эндопротезирования. Представленная диссертационная работа, безусловно заслуживает положительной оценки. Автор работы заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Заместитель генерального директора-
Директор по техническому развитию
Кандидат технических наук
15.16.01 Металловедение и термическая
обработка металлов и сплавов


Кононов Сергей Александрович

Я, Кононов Сергей Александрович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе


Наименование организации: АО «Ступинская металлургическая компания»
Почтовый адрес: 142800, г.о. Ступино, Московская область, ул. Пристанционная вл.6
Телефон: +7(985)7704008
Адрес электронной почты: Kononov@smk.ru

Подпись Кононова Сергея Александровича заверяю:

Начальник Отдела управления персоналом


Фирсова Т.В.

