

ОТЗЫВ

на диссертационную работу и автореферат диссертации Терещенко Татьяны Сергеевны **«Исследование динамического поведения конструктивных элементов, изготовленных методом послойного лазерного плавления»**, представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7 – «Теоретическая механика, динамика машин»

Аддитивные технологии, в частности селективное лазерное плавление (SLM), в настоящее время являются одними из наиболее перспективных для изготовления изделий сложной формы с высокими эксплуатационными характеристиками. При этом в процессе SLM возникают нестационарные температурные поля и значительные температурные градиенты, что приводит к термоупругим напряжениям и остаточным деформациям. Эти процессы могут негативно отразиться на надёжности производимых изделий.

В связи с этим, диссертационная работа Т.С. Терещенко, направленная на исследование нестационарного термонапряженного состояния, возникающего при движении лазерного источника по поверхности изделий, а также механического поведения материала при динамических нагрузках, является актуальной и практически важной. Стоит отметить, что в работе внимание уделяется нержавеющей мартенситным сталям (в частности, РН1), зоны применения которых активно развиваются, в т.ч. в таких отраслях как авиастроение, ракетно-космическая промышленность, машиностроение и других высокотехнологичных сферах, благодаря сочетанию прочности и высокой коррозионной стойкости.

Автором работы сформулированы актуальные цели и задачи следования, проведен обзор современных методов и материалов, используемых при аддитивном производстве, проанализированы механические особенности получаемых изделий. Особое внимание уделено существующим исследованиям в области моделирования процессов SLM. Автором сделан правильный вывод о важности учета при моделировании динамических и нестационарных процессов, протекающих при использовании послойного лазерного плавления, для повышения точности прогнозирования свойств и надёжности изделий, изготовленных аддитивными методами.

Для исследования поведения материала и оценки влияния температурных условий автором проведены экспериментальные исследования специально изготовленных партий образцов из металлопорошковой композиции РН1. Были исследованы коэффициент

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«16» 09 2025 г.

линейного температурного расширения, характеристики при растяжении, сжатии и изгибе. В результате сделан вывод, что материалы, полученные методом SLM, демонстрируют сниженные механические свойства по сравнению с традиционными сплавами, в т.ч. из-за наличия дефектов микроструктуры (пор, неоднородностей), в связи с чем необходим тщательный контроль параметров печати.

В рамках аналитического исследования Т.С. Терещенко предложена математическая модель теплового воздействия подвижного лазерного источника на изотропную полуплоскость, отличающаяся научной новизной. Автором приведены решения задачи нестационарного нагрева в рамках различных теорий теплопроводности (классическая, Грина–Нагди II типа, Максвелла–Каттанео) и установлено, что именно модель Максвелла–Каттанео наиболее адекватно и приближенно к реальности описывает процесс теплопереноса при малых временах (что наиболее важно в случае SLM) и может быть эффективно использована для моделирования указанных процессов. В рамках работы разработан и реализован метод конечного-элементного моделирования процесса селективного лазерного плавления, учитывающий реальные физико-механические свойства материала и аналитическую модель подвижного теплового воздействия. Модель демонстрирует высокую точность в прогнозировании термонапряжённого состояния при SLM.

Таким образом, полученные в рамках работы результаты могут быть использованы для оптимизации технологических параметров и снижения дефектов в аддитивном производстве.

Имеются замечания к содержанию третьей главы диссертации:

1. На рисунках 3.6 – 3.11 показаны распределения поля температур, представленные функцией $T(Q, x, z, \tau)$, однако в тексте работы нет упоминания об аргументе Q .

2. Присутствуют ссылки на рисунки 3.8-3.9, при этом указанные рисунки отсутствуют.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не умаляют значения диссертационной работы.

На основании рассмотрения диссертации можно сделать вывод, что она является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение актуальной научно-технической задачи, направленной на улучшение качества и надёжности изделий, создаваемых методом SLM, через моделирование реальных процессов и экспериментальные исследования, и имеющей важное практическое значение.

Работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор, Терещенко Татьяна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.1.7 – «Теоретическая механика, динамика машин».

Первый заместитель генерального
директора ФАУ «ЦАГИ»,
д.ф.-м.н., доцент, профессор РАН
тел. 8 (495) 556-41-70
e-mail: aleksandr.medvedskiy@tsagi.ru



Александр Леонидович
Медведский

Федеральное автономное учреждение
«Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора
Н.Е. Жуковского»;
140180 Московская обл., г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1