

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Гачеговой Елены Алексеевны
«Влияние лазерно-индуцированных остаточных напряжений на усталостную
долговечность титановых образцов с концентраторами напряжений»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела

Авиационная промышленность, а вместе с ней и научное сообщество до настоящего времени решают проблемы, связанные с усталостным разрушением деталей аэрокосмической техники, совершенствуют методы прогнозирования поведения конструкций и способы повышения их усталостной долговечности. Одним из таких способов является создание остаточных напряжений в приповерхностных слоях деталей. Понимание природы остаточных напряжений и разработка новых способов их создания привели к тому, что они стали корректирующим инструментом для увеличения срока службы дорогостоящих и ответственных деталей конструкций. Поэтому всестороннее исследование методов создания остаточных напряжений и их роли в сопротивлении коррозии и усталостному разрушению критически важно для соблюдения высоких норм безопасности. Остаточные напряжения играют решающую роль в процессах зарождения и развития усталостных трещин.

В настоящее время применяется несколько видов обработки поверхности для создания полезных остаточных напряжений, которые значительно улучшают эксплуатационные характеристики металлических конструкций.

Работа Гачеговой Е.А. посвященная влиянию лазерно-индуцированных остаточных напряжений на усталостную долговечность титановых сплавов, является несомненно **актуальной**, так как понимание физических механизмов, лежащих в основе повышения усталостной долговечности металлических материалов при использовании лазерной ударной обработки (ЛУО), является основой создания экспериментальных комплексов ЛУО для их практического использования в различных областях промышленности.

Автором работы спроектирован экспериментальный программно-аппаратный комплекс для ЛУО деталей сложной геометрии в широком диапазоне плотностей энергии. Сформулированы методические рекомендации применения ЛУО, обеспечивающие повышение усталостной долговечности металлических элементов конструкций с концентраторами напряжений. Создана экспериментальная база данных профилей остаточных напряжений для дальнейшей верификации математической модели процесса ЛУО титановых сплавов ВТ6, ОТ4-0, ВТ1-0. Подобраны защитные покрытия и режимы ЛУО, обеспечивающие кратное увеличение ресурса для изделий с концентраторами напряжений.

Работа выполнена на высоком научном уровне с использованием экспериментальных методов исследования на современном оборудовании.

Автор работы владеет современными методами исследования структуры металлических материалов (световая и растровая электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, в том числе с использованием самостоятельно разработанных компьютерных алгоритмов).

Наиболее значимыми в научном и практическом приложениях, на наш взгляд, являются следующие полученные результаты:

1. Экспериментально показано, что плотность мощности лазерного воздействия выше 3 ГВт/см^2 приводит к образованию и распространению упругопластической волны в титановых сплавах ВТ1-0, ОТ4-0, ВТ6 и созданию сжимающих напряжений (ОН); увеличение интенсивности лазерного излучения свыше $10\text{-}12 \text{ ГВт/см}^2$ не способствует повышению уровня ОН, создаваемых в процессе ЛУО.
2. На основе решения одномерной задачи о распространении упругих волн в слоистой среде показано, что материал защитного покрытия оказывает определяющее влияние на эффективность ЛУО.
3. ЛУО с правильно подобранными параметрами воздействия позволяет кратно увеличить усталостный ресурс, а при сохранении усталостного ресурса в разы поднять рабочие нагрузки образцов с концентраторами напряжений из титановых сплавов ВТ1-0, ОТ4-0 и ВТ6.
4. Для исследованного диапазона воздействий и номенклатуры материалов основное влияние ЛУО проявляется в замедлении процесса зарождения усталостной трещины в образцах с концентраторами напряжений.

Материал диссертации широко опубликован в печати: 14 публикаций в журналах, входящих в базы цитирования *Scopus* и *Web of Science*, а также список изданий, рекомендованных ВАК. По результатам работы получены 3 патента и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В целом в автореферате показана актуальность диссертационной работы, степень разработанности темы, цель и задачи исследований, научная новизна, практическая значимость работы, связь с государственными программами и НИР, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, достоверность результатов, отмечены публикации по работе, структура и объем диссертации.

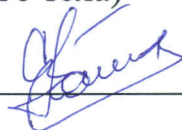
В качестве **замечания** отметим следующее: целью диссертации является «объяснение физических механизмов, лежащих в основе повышения усталостной долговечности металлических материалов при использовании ЛУО». Однако из автореферата не следует анализа природы остаточных напряжений (ОН) и структурных подтверждений интервала интенсивности лазерного излучения $3\text{-}12 \text{ ГВт/см}^2$, обеспечивающих высокий уровень ОН и, как следствие, высокую усталостную прочность. Однако, эта область скорее относится к физической мезомеханике, рассматривающей структурные превращения в кристаллической решетке исследуемых металлических сплавов, что требует привлечения специальных методов структурных исследований.

По своей актуальности, объему полученных экспериментальных данных, новизне результатов и степени их анализа, представленный автореферат диссертации Гачеговой Е.А. полностью соответствует научной специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела в части пунктов 3, 10, 13 и удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г., № 842), а ее автор Гачегова Е.А. заслуживает присвоения ей искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твердого тела.

На обработку персональных данных согласны.

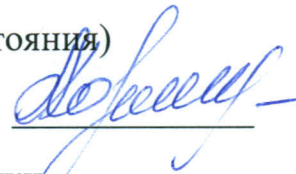
Заведующий лабораторией механики полимерных композиционных материалов

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН им. В.Е. Панина,
доктор технических наук, член-корр. РАН, профессор
Панин Сергей Викторович
(специальность 01.02.04 – механика деформируемого твердого тела)



Старший научный сотрудник

лаборатории механики полимерных композиционных материалов
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН им. В.Е. Панина
кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Корниенко Людмила Александровна
(специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния)



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН им. В.Е. Панина
г. Томск, проспект Академический 2/4, 634055
Тел. +7 (3822) 286-904
E-mail: svp@ispms.ru, rosmc@ispms.ru

Подписи Панина С.В. и Корниенко Л.А. удостоверяю
Ученый секретарь ИФПМ СО РАН
к.ф.-м.н.



Матолыгина Н.Ю

12.05.2026