

В диссертационный совет 31.1.002.01
при НИЦ «Курчатовский институт» — ВИАМ

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рыжкова Петра Валерьевича «Усталостная долговечность жаропрочного никелевого сплава ВЖ159, полученного методом селективного лазерного сплавления», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 —

Материаловедение

Развитие расчётных методов оценки долговечности аддитивных металлических материалов требует совместного исследования структуры, дефектности и локального напряжённо-деформированного состояния. Для жаропрочного никелевого сплава ВЖ159 технологическая шероховатость и приповерхностная пористость формируют условия зарождения усталостных трещин, которые необходимо учитывать при прогнозировании разрушения. В связи с этим тема диссертационной работы является актуальной и имеет значение для материаловедения и прочностного расчёта элементов авиационной техники.

Работа характеризуется сочетанием экспериментальных исследований и численного моделирования. Автором исследованы особенности поверхностного слоя при различных условиях селективного лазерного сплавления, выполнены механические испытания и фрактографический анализ, определены параметры модели циклического деформирования и проведено сопоставление расчётной и экспериментальной долговечности.

Значимым результатом является идентификация параметров упругопластической модели с комбинированным изотропным и кинематическим упрочнением по экспериментальным кривым циклического нагружения с использованием метода Левенберга–Марквардта. Воспроизведение петель гистерезиса формирует экспериментально обоснованную основу для расчёта локального состояния материала в областях концентрации напряжений.

Научная новизна также связана с применением двухстадийного описания усталостного разрушения для материала ВЖ-159 полученного селективным лазерным сплавлением: энергетический критерий PSWT используется для оценки стадии зарождения, а J-интеграл и уравнение Пэриса — для оценки устойчивого роста трещины. Такой подход объединяет анализ циклического

деформирования и механики разрушения и позволяет оценивать влияние геометрии образца и состояния поверхности на суммарную долговечность.

Существенным достоинством исследования является проверка модели по нескольким признакам: долговечности образцов, положению очагов разрушения и особенностям рельефа поверхности излома. Для гладких образцов и образцов с надрезами разных типов приведено согласование расчёта с экспериментальными медианными значениями с отклонением не более 24 %. Параметрический анализ отношения полуосей эллиптической трещины дополнительно выявляет чувствительность результата к выбору геометрии её фронта.

С учетом безусловной актуальности представленного исследования, практическую ценность представляют расчётное воспроизведение реальных профилей шероховатости и исследование искусственно генерируемых профилей, позволяющие оценивать локальные зоны усталостного повреждения. Важны также установленные закономерности изменения качества нижних поверхностей в диапазоне углов $35-55^\circ$ и данные о мелкозернистом приповерхностном слое. Эти результаты могут служить основой для разработки рекомендаций по изготовлению и оценке долговечности изделий из сплава ВЖ159, а также

Материалы исследования опубликованы в рецензируемых научных изданиях и обсуждены на профильных конференциях. Изложение автореферата позволяет оценить основные результаты и их обоснованность.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. В явном виде не указаны элементы конструкции планера или двигателя авиационной техники для которых предполагается использовать данный сплав с технологией селективного лазерного спекания;

2. В таблице 1 параметры модели циклического деформирования приведены отдельно для различных амплитуд деформации. Желательно пояснить порядок выбора этих параметров при промежуточных амплитудах и возможность использования единого набора параметров в расчёте неоднородного локального деформирования.

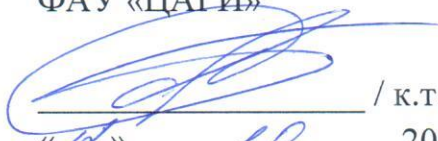
3. Желательно подробнее раскрыть процедуру задания начального размера трещины при переходе от критерия PSWT к расчёту её устойчивого роста, включая согласование принятого порогового значения КИН с условиями локального нагружения и экспериментальными признаками развития коротких трещин.

Указанные замечания направлены на уточнение области применимости и воспроизводимости расчётной методики и не снижают научной и практической значимости выполненной работы.

Диссертационная работа Рыжкова Петра Валерьевича представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача установления закономерностей влияния структуры и состояния поверхности на усталостную долговечность аддитивного жаропрочного никелевого сплава и развития методов её прогнозирования. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 — Материаловедение.

Я, Свиридов Андрей Александрович, даю согласие на обработку моих персональных данных, указанных в отзыве.

Начальник научно-исследовательского отделения ресурса авиационных конструкций,
ФАУ «ЦАГИ»

 / к.т.н., А. А. Свиридов /
«12» 10 2026 г.

Адрес: 140180, Московская область, г. Жуковский, ул. Жуковского, д. 1

Телефон: +7495 5564002

Электронная почта: 11018@tsagi.ru

Подпись А. А. Свиридов заверяю:

И.о. заместителя генерального директора по науке ФАУ «ЦАГИ», к.т.н.,
Зиченков М.Ч.

Подпись: _____ М. П.

