АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОДК-КЛИМОВ»

ОТЗЫВ

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

При реализации ряда проектов в практике АО «ОДК-Климов» приходится постоянно сталкиваться с новыми научно-техническими задачами для обеспечения работоспособности конструкции в целом. Так, например, положительные результаты были достигнуты при изготовлении корпуса диффузора из сплава ВЖ159 методом литья по выплавляемым моделям. Но при усложнении конструкции данной детали необходима замена технологии изготовления с применением аддитивных технологий в силу невозможности реализации конструкций при литье по выплавляемым моделям. Однако процессы формирования структуры и дефектности при селективном лазерном сплавлении (СЛС) существенно влияют на ресурс, поэтому разработка надежных методов численного анализа и прогноза таких деталей является задачей актуальной и злободневной, направленной на развитие методов моделирования поврежденности конструкционных материалов, получаемых аддитивными технологиями.

В научном плане автору удалось:

- разработать двухстадийную модель прогнозирования усталостной долговечности образцов из жаропрочного никелевого сплава ВЖ159, полученных методом СЛС;

- предложить метод идентификации параметров упругопластической модели циклического деформирования с комбинированным изотропно-кинетическим упрочнением;

- установить закономерности влияния угла наклона поверхностей, режимов сплавления и состояния поверхностного слоя на формирование технологической шероховатости, газовой пористости и морфологии кристаллитов в образцах из сплава ВЖ159;

- показать влияние мелкозернистого приповерхностного слоя и газовой пористости на зарождение и развитие усталостных микротрещин;

- реализовать комплексный подход к проверке адекватности модели усталостного разрушения, основанный на сопоставлении расчетных данных с экспериментальной долговечностью, формой очага разрушения, размерами фасеток и фрактографическими признаками роста трещины.

В практическом плане автору удалось:

- определить режимы СЛС для формирования поверхностного слоя с минимальной технологической шероховатостью;

- предложить расчетную схему оценки усталостной долговечности образцов из сплава ВЖ159 с использованием различных подходов;

- сформировать рекомендации по расчету и проектированию изделий из сплава ВЖ159 с учетом состояния поверхностного слоя и необходимости оценки локальной усталостной повреждаемости;

- подготовить и внести рекомендации в НД, в том числе в СТО 1-595-33-619-2021.

Основные результаты диссертационных исследований опубликованы в 9 научных работах, из них в рецензируемых научных изданиях ВАК опубликовано 5 статей, 4 работы включены в международные базы данных Scopus и Web of Science.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения по работе, списка сокращений и списка литературы из 99 наименований.

Общий объем диссертации составляет 144 страницы, включая 109 рисунков и 24 таблицы.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

1. В автореферате на основании рис.8 показаны зоны локализации микротрещин при амплитуде деформации $\Delta\varepsilon/2=0,5\%$ и установлены критические области инициирования трещин в зоне на расстоянии 0,05 мм (или 50 мкм) от поверхности, что соответствует зоне, где при заданном уровне напряжений КИН может достигать порогового значения теоретического значения (ΔK_{th}), определяющего возможность дальнейшего распространения трещины. В таком рассматриваемом случае все зависит от концентрации зародышевых микротрещин, их размера, пластичности и прочности материала в обозначенной размерами зоне. Эти параметры как раз и будут определять долговечность на стадии роста микротрещин (которая характеризует dL/dN, где L-длина, а N- число циклов) до момента разрушения перемычек между ними.

Из автореферата не ясно, какая расчетная длина исходной микротрещины будет вначале, до исходного рассматриваемого размера 50 мкм, поскольку в противном случае развитие усталостной трещины будет происходить параллельно сдвиговым деформациям лишь на первой стадии, а на второй стадии скоротечное развитие трещины (долом) происходит перпендикулярно максимальным нормальным деформациям, независимо от микромеханизмов усталостного повреждения.

2. В дополнение по п.1 из автореферата не ясно, как классифицируются дефекты, влияющие на очаги образования микротрещин и на начальное развитие магистральной трещины.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают общую положительную и высокую в научном и практическом отношении оценку выполненной работы и проведенных исследований в целом, не умаляют научной значимости работы Рыжкова П.В., являются в основном рекомендательными и направлены на повышение научной и практической ценности работы для специалистов,

занимающихся материаловедением и технологиями СЛС, а также внедрением новых материалов и конструкций в изделия.

Результаты работы могут быть востребованы и адаптированы при разработке новых перспективных проектов авиационных двигателей АО «ОДК-Климов».

Диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов испытаний и имеет существенное значение для науки и промышленности. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. к кандидатским диссертациям, а ее автор Рыжков Петр Валерьевич заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение.

Генеральный конструктор Проданов Евгений Степанович
22.10.2026 г.

Главный металлург Кузьмин Олег Вадимович

Заместитель главного конструктора
по перспективным разработкам, к.т.н Липин Алексей Владимирович

Начальник лаборатории
по исследованию материалов, к.т.н Музафарова Светлана-Виктория Рустамовна

Руководитель группы научных
программ- секретарь НТС Илюшин Михаил Юрьевич

Отзыв составил:

Ведущий специалист
– руководитель группы УГМет
АО «ОДК- Климов» Живушкин Алексей Алексеевич

22.10.2026 г.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Рыжкова П.В.

Живушкин Алексей Алексеевич

Подписи Е.С. Проданова, О.В. Кузьмина, А.В. Липина, С.-В.Р. Музафаровой, М.Ю. Илюшина и А.А. Живушкина заверяю.

Врио начальника отдела кадров С.А. Степаненко

Контактный телефон: (812) 640–69–73, доб.7322, +7 (911) 121-32- 84
Адрес: 194100, С.-Петербург, Кантемировская ул., д.11, стр.1 (ул. акад. Харитона, д.8), Акционерное Общество «ОДК-Климов» (АО «ОДК-Климов»).
Факс: +7(812) 647-00-29; электронный адрес: klimov@ klimov.ru