ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа посвящена установлению закономерностей влияния структурного состояния и технологической шероховатости поверхности на усталостную долговечность жаропрочного никелевого сплава ВЖ159, полученного методом селективного лазерного сплавления. Актуальность исследования определяется необходимостью достоверной оценки ресурса аддитивно изготовленных деталей сложной геометрии, в том числе имеющих поверхности, недоступные для последующей механической обработки. Рассмотренные в работе взаимосвязи условий формирования поверхностного слоя, его дефектности и сопротивления усталостному разрушению имеют существенное значение для применения аддитивных технологий в производстве ответственных изделий.

Научная новизна работы заключается в разработке двухстадийной модели прогнозирования усталостной долговечности, объединяющей описание зарождения трещины по энергетическому критерию P_{SWT} и расчет ее устойчивого роста с использованием J-интеграла и кинетического уравнения Пэриса. Установлены особенности формирования приповерхностной структуры и шероховатости в зависимости от угла наклона поверхности; выявлен критический диапазон углов 35–55° для исследованных условий сплавления. Получены параметры модели циклического упругопластического деформирования с комбинированным изотропно-кинематическим упрочнением, обеспечивающие воспроизведение экспериментальных петель гистерезиса.

Теоретическая значимость исследования состоит в развитии представлений о взаимосвязи локальной геометрии поверхности, структуры приповерхностного слоя и стадийности усталостного разрушения. Заслуживает положительной оценки сопоставление результатов моделирования не только с экспериментальной долговечностью, но и с фрактографическими признаками зарождения и распространения трещин. Такой подход позволяет содержательно интерпретировать расчетные результаты и оценивать физическую обоснованность предложенной схемы.

Практическая значимость работы определяется возможностью учета исходной технологической шероховатости при расчете долговечности деталей из сплава ВЖ159. Предложенная методика апробирована на гладких образцах, образцах с концентраторами напряжений C-, U- и V-типа, а также

тонкостенных образцах с исходной поверхностью. Представляют интерес рекомендации по выбору ориентации поверхностей при построении и использованию контурных режимов сплавления. Результаты исследования использованы при подготовке нормативно-методических материалов по испытаниям на циклическую трещиностойкость.

Обоснованность результатов поддерживается применением комплекса экспериментальных методов, включающего механические испытания, профилометрию, оптическую и растровую электронную микроскопию, а также конечно-элементное моделирование. Основные положения работы опубликованы в девяти научных статьях и обсуждены на профильных научных конференциях. Автореферат последовательно раскрывает постановку задач, методы исследования и полученные результаты.

По содержанию автореферата имеются два существенных замечания.

1. Недостаточно раскрыто обоснование перехода между стадиями зарождения и устойчивого распространения трещины. В таблицах 2 и 4 начальный размер трещины для второй стадии определяется при значениях КИН около 15 МПа*м$^{1/2}$, однако не показано, как этот размер согласуется с конечным состоянием, соответствующим долговечности по критерию P_{SWT} и выявленным торможением коротких трещин на границах зерен. Необходимо более четко определить критерий сопряжения двух стадий и обосновать отсутствие пропуска либо двойного учета части ресурса при суммировании их продолжительности. Это существенно для оценки физической корректности двухстадийной модели.

2. Требуют уточнения границы применимости идентифицированной модели циклического деформирования. В таблице 1 для каждой амплитуды деформации приведен отдельный набор параметров упрочнения, причем некоторые параметры изменяются существенно. Из автореферата неясно, каким образом выбираются параметры для промежуточных амплитуд и локальных неоднородных полей деформаций вблизи надрезов и впадин шероховатости. Желательно обосновать возможность применения единого набора параметров либо сформулировать правила их изменения и подтвердить прогнозную способность модели на режимах, не использованных при идентификации. Без такого обоснования затруднена оценка переносимости методики на новые геометрии и условия нагружения.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, но требуют дополнительных пояснений. По представленному автореферату диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача прогнозирования усталостной долговечности аддитивно изготовленного жаропрочного никелевого сплава с учетом состояния поверхности и стадийности разрушения.

Диссертационная работа Рыжкова Петра Валерьевича «Усталостная долговечность жаропрочного никелевого сплава ВЖ159, полученного методом

селективного лазерного сплавления» по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 — «Материаловедение».

Заведующий кафедрой технологий
производства двигателей ФГАОУ ВО
«Самарский национальный исследовательский
университет имени академика С.П. Королева»,
д.т.н., профессор

Хаймович
Александр Исаакович

(846) 267-45-73; (846) 335-18-17

E-mail berill_samara@bk.ru

Защитил диссертации по спец. 05.02.09

.

Подпись Хаймовича АИ удостоверяю
Ученый секретарь Самарского университета
Васильева И.П.
20 октября 2026 г.