ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Косова Дмитрия Александровича «Прогнозирование усталости и развития трещин на основе связанных континуальных моделей и фазовых полей разрушений», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наука по специальности 1.1.8 – «Механика деформируемого твёрдого тела».

В условиях эксплуатации элементы конструкций испытывают сложный комплекс многопараметрического воздействия. Поэтому при моделировании поведения металла в конструкции необходимо максимально приблизиться к условиям эксплуатации для повышения точности прогнозирования ресурса элемента конструкции. Именно этой проблеме посвящена представленная к защите диссертационная работа, которая является не только актуальной с точки зрения получения новых экспериментальных данных о поведении металла в многопараметрических условиях испытаний, но и с точки зрения верификации предложенного подхода в прогнозировании ресурса конструкционных элементов.

Автором рассмотрена модель прогнозирования ресурса на основе закона накопления повреждений «Lemaitre», закона изотропного упрочнения «Voce» и закона кинематического упрочнения «Armstrong-Frederick», что позволило получить разрешающую систему уравнений и интегрировать их для решения задачи минимизации полной потенциальной энергии. Далее, для верификации разработанного метода прогнозирования усталостной долговечности была проведена тарировка получаемых величин по стадии образования дефекта на основе выполненных экспериментальных исследований. Представленные на рис.1 результаты сравнения прогноза с экспериментальными данными показывают высокую сходимость.

Для моделирования процесса распространения усталостных трещин автором рассмотрена модель фазового поля разрушений (ФПР) с введением дополнительных параметров масштаба поля и повреждения сплошной среды. Представлены определяющие соотношения, основанные на принципе минимизации полной энергии, которая включает в себя упругую энергию деформации и энергию, связанную с образованием новой поверхности трещины. Верификация реализованного метода ФПР представлена в форме сравнения 2D-решений задач в упругой и упругопластической постановке для компактного образца, который наиболее употребим при проведении экспериментов по изучению кинетики роста усталостных трещин. Наконец, автор проводит сложные экспериментальные исследования роста трещин при смешанных модах деформации и демонстрирует с помощью метода мозаики Воронова на основе фазовых полей смоделированное межзеренное и внутризеренное разрушение, характерное для кристаллических тел.

В завершающей части работы автором на имитационной модели применительно к диску паровой турбины продемонстрирована работоспособность разработанного алгоритма прогноза ресурса по критерию накопленных дефектов и номинального

напряжения при оценке количества циклов до разрушения. Представленные данные убеждают в том, что разработанные модели прогноза обладают высокой сходимостью с экспериментом.

На основании выполненного анализа работы можно сделать заключение, что цели и задачи исследования достигнуты, а полученные результаты в значительной степени представляют собой научный и практический интерес.

Проведённый анализ материалов автореферата показывает, что диссертационная работа соответствует требованиям "Положения о Присуждении ученых степеней" по специальности 1.1.8 – Механика деформируемого твёрдого тела, а её автор, Косов Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата физико-математических наук.

Я, Шанявский Андрей Андреевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Косова Д.М. и их дальнейшую обработку.

Представитель России в Европейском Обществе Механиков и Материаловедов (ESIS) в комитетах «Механизмы разрушения», «Усталость материалов»,
Заслуженный деятель науки РФ, профессор,
доктор технических наук по специальности 05.02.01 – Материаловедение в машиностроении, и 01.02.06 Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры,
Ведущий научный сотрудник,
отдел «Информатизации, математического моделирования и управления»

Андрей Андреевич Шанявский
«25» августа 2025 г.

Подпись Шанявского А.А. подтверждаю

Начальник отдела кадров ИАП РАН Тамара Викторовна Турчак

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук (ИАП РАН)
Москва, 123056, 2я Брестская, д.19/18.
Телефон: 8 (495) 578-47-04
E-mail: 106otdel@mail.ru
Сайт: http://www.icad.org.ru/