

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Захарченко Кирилла Владимировича «Метод исследования закономерностей периодического деформирования и связанных с ними диссипативных процессов при усталости авиационных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

1. Актуальность работы для науки и практики

Проблемы усталостного разрушения элементов авиационных конструкций определяют на современном этапе развития механики деформирования и разрушения, конструкционного материаловедения и технологий постановку новых задач, связанных с обеспечением требований безопасной эксплуатации, исключающих возникновение аварийных ситуаций. В этих задачах принципиальное значение имеет возможность корректной и достоверной идентификации условий наступления предельных состояний материала, отдельного элемента и в целом конструкции. Анализ предельных состояний становится неотъемлемой составной частью расчетов на стадии проектирования и при обосновании технологических решений на стадии производства, оценках остаточного ресурса на стадии эксплуатации технических систем.

Традиционное представление теории предельных состояний материалов и конструкций с учетом развития методов механики деформирования и разрушения и экспериментальных возможностей должны получить новый импульс исследований в области анализа предельных состояний тел с трещинами и для аварийных ситуаций.

Данная постановка проблемы обозначена в цели и задачах диссертационной работы К.В. Захарченко, что определяет её актуальность.

Основные положения научной новизны связаны с обоснованием методики идентификации условий наступления предельного напряженно-деформированного состояния материала по результатам экспериментальных исследований кинетических закономерностей деформирования, обеспечивающих регистрацию компонент тензора деформаций, температуры тепловых процессов деформирования и разрушения, морфологии поверхностного деформирования.

Практическая значимость работы определяется новыми возможностями ускоренной оценки характеристик сопротивления усталостному разрушению, развития технологии экспрессной диагностики предельных состояний

материала, включения полученных результатов в нормативно-технические документы в области конструкционной прочности и технического освидетельствования производственных объектов.

Таким образом, комплекс научных исследований, выполненный К.В. Захарченко, имеет все основания рассматриваться как соответствующий требованиям актуальности, научной новизны и практической значимости. Уровень поставленной научной проблемы соответствует диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук. Постановка задач соответствует требованиям паспорта специальности 01.02.06 - динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

2. Структура диссертации и общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка использованных источников (200 наименований) и приложения с актами использования результатов. Общий объем диссертации составляет 185 страниц, включая 70 рисунков и 19 таблиц.

Во введении отмечены актуальность, предмет исследований и раскрыты основные положения работы согласно принятых требований.

Первая глава носит обзорный характер исследований в области усталости металлов, кинетики накопления повреждений и процессов разрушения, неразрушающих методов оценки пределов выносливости и структуры материала. Сформулированы задачи диссертационного исследования, связанные с развитием критериальной базы усталостного разрушения (деформационные и энергетические критерии, термодинамические подходы) и методов определения характеристик усталости с целью разработки метода идентификации предельного напряженно-деформированного состояния (НДС) материала.

Вторая глава содержит описание исследованных алюминиевых сплавов и сталей, технологий подготовки образцов, формирования их поверхностного слоя (пять вариантов технологического упрочнения и обработки). Приведены характеристики испытательного оборудования для исследования кинетики усталостного разрушения, регистрации деформаций и температуры тепловыделения, исследования состояния поверхности и кристаллической структуры при испытаниях образцов. Наиболее значимым по научному содержанию является раздел 2.5, посвященный разработке метода определения предельного НДС материала по результатам измерения компонент тензора напряжений и температуры тепловыделения при испытаниях плоских образцов на усталость.

В третьей главе экспериментально исследованы закономерности деформирования образцов с определением критических напряжений (в трактовке автора) в процессе периодического нагружения. Получены диаграммы деформирования образцов с разными поверхностными слоями, анализ которых позволил оценить влияние технологических методов поверхностной обработки ряда алюминиевых сплавов и сталей (плакирование, поверхностно-пластическое деформирование (ППД), микродуговое оксидирование поверхности (МДО), холодное динамическое напыление (ХДН), обработка резанием). В этой связи исследованы эффекты шероховатости поверхности рабочей части образцов, обусловленные изменением поверхностного микрорельефа в процессе упруго-пластического деформирования (в области за предельным НДС) материала.

Основной вывод по результатам, полученным в данной главе – предложенная методика определения предельного напряжения (предельного НДС) позволяет определить уровни деформирования, при которых активизируются процессы необратимого деформирования в материале образца, при этом технологии модифицирования поверхностного слоя позволяют оказывать существенное влияние на величину предельных напряжений и кинетику деформирования.

Четвертая глава отражает результаты исследований процессов диссипативного разогрева материала при циклическом деформировании. Методика экспериментальных исследований позволила осуществить одновременную регистрацию деформации и температуры тепловыделения, сопоставление которых подтвердило возможности определения предельного напряжения материала, достижение которого предопределяет ускоренное развитие всех деформационных процессов, происходящих в материале.

Важной частью работы в прикладном аспекте является анализ предельных напряжений в связи с пределами выносливости для разных коэффициентов асимметрии. На этой основе развит метод ускоренного определения характеристик сопротивления усталостному разрушению.

Таким образом, работа К.В. Захарченко содержит все необходимые элементы диссертационного исследования, включая постановку задач, их экспериментальную реализацию, обобщение результатов и их внедрение.

3. Новые научные результаты

Задачи, поставленные и решенные в работе, имеют принципиально важное значение для расчетно-экспериментального обоснования конструкционной прочности и ресурса элементов авиационной техники, при

этом получены новые результаты в области механики деформирования и разрушения ряда авиационных материалов:

- исследованы кинетические закономерности процессов деформирования ряда конструкционных сплавов и сталей с определением составляющих тензора деформаций и температурных эффектов, что позволило обосновать методику оценки предельного НДС (предельного напряжения) материала при достижении которого происходят интенсивные необратимые деформационные процессы;

- выполнены экспериментальные исследования и дана оценка влияния различных технологий модифицирования поверхностного слоя на характеристики сопротивления усталостному разрушению алюминиевого сплава Д16Т;

- получили развитие технологии регистрации температурных эффектов в кинетических процессах деформирования, накопления повреждений и разрушения при деформировании конструкционных материалов, что позволило дать дополнительное обоснование предложенных методов определения предельных НДС при периодическом нагружении материалов.

4. Практические результаты и рекомендации по их использованию

В работе получен значительный объем новых экспериментальных данных для авиационных материалов, расширяющих возможности расчетной оценки несущей способности элементов конструкций авиационной техники. Результаты работы внедрены на ряде предприятий авиационной отрасли, что подтверждается соответствующими актами. Полученные результаты могут быть использованы при подготовке нормативных документов в области расчетов, диагностики технического состояния и при оценках остаточного ресурса авиационной техники. Результаты требуют расширенного использования на предприятиях авиационной отрасли, в научно-исследовательских институтах (ВИАМ, ВИАХ), в ВУЗах при подготовке инженеров соответствующего профиля.

5. Замечания по диссертационной работе

1. В тексте автореферата целесообразно было указать соответствие тематики, цели и задач диссертации конкретным пунктам паспорта специальности.

2. Первая глава значительно перегружена обзорным материалом описательного характера (более 50 страниц), что затрудняет понимание его

связи с основными задачами работы. В тоже время в работе нет четкого определения понятия «предельное напряженно-деформированное состояние материала», являющегося ключевым в целевой постановке работы.

3. Трактовка предельного НДС, данная на стр. 97 (раздел 2.5) требует дополнительных пояснений. Возникновение предельного НДС безусловно может характеризоваться возникновением необратимых деформаций и изменением температуры в зонах активного накопления повреждений (зоны предразрушения), но не следует момент возникновения предельного НДС связывать с «соотношениями характеристик периодического нагружения и деформаций». Процессы накопления повреждений и тепловыделения непрерывны и имеют место при однократном (первом цикле) нагружении и, безусловно, сопровождаются количественными изменениями при последующем циклическом нагружении.

4. При определении «предельного напряжения сталей и алюминиевого сплава Д16» (стр. 101-103, раздел 2.5.2) его значение связывается с условным пределом упругости материала. Возникает вопрос – как соотносятся значения этих характеристик и в чем суть и необходимость определения «предельного напряжения»?

5. В работе рассматриваются принципиально важные вопросы деформирования алюминиевых сплавов и сталей при циклическом нагружении. В этой ситуации автору следовало более четко оговорить область приложений полученных результатов:

- циклически стабильные, упрочняющиеся и разупрочняющиеся материалы;
- влияние нестационарного и многочастотного нагружения;
- уровень исходной нагруженности (малоцикловая и многоцикловая усталость).

6. Заключение по диссертационной работе

1. Диссертация К.В. Захарченко является законченным научно-исследовательским трудом, в рамках которого выполнен комплекс экспериментальных исследований закономерностей и диссипативных процессов при циклическом деформировании авиационных материалов. Получены новые результаты в области конструкционной прочности и ресурса машин, механики деформирования и разрушения авиационных материалов, что расширяет возможности расчетно-экспериментальной оценки несущей способности элементов авиационной техники и позволяет осуществить дальнейшее развитие её нормативно-технической базы расчетов,

проектирования и эксплуатации.

2. Автореферат и основные публикации достоверно и полно отражают содержание работы. Оформление работы отличается четким, последовательным и грамотным стилем изложения. Работа содержит необходимый объем информационно-аналитических материалов и экспериментальных данных, подтверждающих достоверность основных результатов положений и выводов. Кроме того, адекватность и корректность научных результатов положительно характеризуется их внедрением и практическим использованием на ряде предприятий авиационной промышленности.

3. Указанные выше замечания не имеют принципиального значения в отношении научного содержания диссертации.

4. Тематика и содержание работы соответствуют специальности 01.02.06. - динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

5. Представленная работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, включая постановку задач исследования, методы их решения и практическое использование полученных результатов. Диссертация соответствует требованиям пп. 9, 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) в части, касающейся ученой степени кандидата наук, а её автор Захарченко К.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06. - динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Согласен на обработку моих персональных данных и размещение отзыва на автореферат на сайте.

Официальный оппонент,
директор Красноярского филиала
Института вычислительных технологий
Сибирского отделения
Российской академии наук
Специальное конструкторско-
технологическое бюро «Наука»
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ

«2» октября 2018 г.

В.В. Москвичев

Почтовый адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53
Телефоны: служебный +7 (391) 227-29-12; сот. 8 (962) 074-76-55
E-mail: krasn@ict.nsc.ru

Подпись Москвичева Владимира Викторовича заверяю:
Ученый секретарь СКТБ «Наука»
ИВТ СО РАН, к.т.н.

« 3 » октября 2018 г.

М.П.



Н.А. Чернякова