

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.054.02 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт
гидродинамики им. М.А.Лаврентьева Сибирского отделения Российской ака-
демии наук ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 22.10.2018 г. № 3
о присуждении Захарченко Кириллу Владимировичу, гражданину РФ, учёной
степени кандидата технических наук.

Диссертация «Метод исследования закономерностей периодического деформирования и связанных с ними диссипативных процессов при усталости авиационных материалов» по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» принята к защите 18 июля 2018 г., протокол № 2 диссертационным советом Д003.054.02 на базе Федерально-го государственного бюджетного учреждения науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 630090, г. Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, 15, приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/нк.

Соискатель Захарченко Кирилл Владимирович, 1987 года рождения. В 2012 г. окончил с отличием Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Новосибирский государственный технический университет (НГТУ) по специальности 160901.65 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» с квалификацией «Инженер». В 2015 г. закончил аспирантуру при НГТУ по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Диссертация выполнена на кафедре «Проектирование технологических машин» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет.

Научный руководитель – Капустин Владимир Иванович, кандидат тех-

нических наук, доцент, доцент кафедры «Проектирование технологических машин» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Новосибирский государственный технический университет.

Официальные оппоненты:

1. Москвичев Владимир Викторович, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, директор Красноярского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук – Специального конструкторско-технологического бюро «Наука» (СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН);

2. Шабанов Александр Петрович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Строительная механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Сибирский государственный университет путей сообщения;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), г. Томск, в своём положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией Физики прочности ИФПМ СО РАН Л.Б. Зуевым и утвержденным доктором физико-математических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, директором ИФПМ СО РАН С.Г. Псахье указала, что диссертационная работа автора представляет собой законченное научное исследование, основным результатом которой стала разработка методики прогнозирования усталостного разрушения авиационных материалов. По актуальности, объему и научному уровню выполненных исследований и разработок, их достоверности, научной новизне и практической значимости результатов полностью соответствует требованиям ВАК.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК 8 работ, в рецензируемых зарубежных журналах 4 работы. В этих работах отражены основные результаты диссертации и положения, выносимые на защиту. Все результаты получены соискателем лично либо при его непосредственном участии.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, в российских журналах из перечня ВАК:

1. Капустин В.И., Гилета В.П., Захарченко К.В., Попелюх А.И. Экспериментальные исследования закономерностей периодического деформирования материалов // Вестник нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского: материалы X Всероссийского съезда по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики, 24 – 30 августа, 2011 г. Н. Новгород. – Н. Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2011. №4. Ч 5. С. 2219 – 2221.

2. Капустин В.И., Гилета В.П., Захарченко К.В. Экспериментальное изучение закономерностей деформирования алюминиевых сплавов при регулярных нагружениях // Обработка Металлов. - Новосибирск: НГТУ, 2011. Т. 53, №4. С. 40 – 43.

3. Капустин В.И., Гилета В.П., Захарченко К.В., Попелюх А.И. Исследование закономерностей периодического деформирования металлических материалов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78, №12. С. 50 – 55.

4. Захарченко К. В., Капустин В. И., Ларичкин А. Ю. О влиянии керамического покрытия на деформационные характеристики алюминиевого сплава Д16АТ // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. - 2014. - № 3 (64). - С. 37-44.

5. Захарченко К. В., Капустин В. И. Влияние поверхностных слоев образцов на деформационные характеристики сплава Д16АТ // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2015. - Т. 81, № 7. - С. 51-56.

6. Ларичкин А.Ю. Захарченко К. В., Капустин В. И., Горев Б.В. О влиянии керамического покрытия на деформационные характеристики алюминиевого сплава Д16АТ // *Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты.* - 2016. - № 3 (64). - С. 37-44.

7. Ларичкин А.Ю., Горев Б.В., Захарченко К.В., Капустин В.И. Влияние технологического процесса формообразования на усталостную долговечность образцов из сплава В95очТ2 (7475) // *Технология машиностроения.* 2017. № 3. С. 5-9.

8. Захарченко К.В., Зубков В.П., Капустин В.И., Максимовский Е.А., Таланин А.В. Анализ влияния технологий нанесения покрытий на деформационные характеристики образца при периодическом нагружении // *Упрочняющие технологии и покрытия.*- 2018. -Т. 14, №4 (162). – С.15-21.

Публикации в рецензируемых зарубежных журналах и остальные публикации:

9. Kapustin V.I., Zakharchenko K.V. On the experimental analysis of dissipative processes under cyclic loading of metals // *Journal of Physics: Conference Series.* Vol. 894 (2017). Art. 012128 (pp. 1-7).

10. Zakharchenko K.V., Kapustin V.I., Zubkov V.P., Talanin A.V., Maksimovski E.A. The influence of coating technologies on stress-strain characteristics of the sample at periodic loading // *Journal of Physics: Conference Series.* 2017. T. 894. № 1. Art. 012032.

11. Kapustin V.I., Zakharchenko K.V., Maksimovskiy E.A. Physical phenomena, occurring under periodic straining of metal alloys // *Advances in fatigue and fracture: proc. of the 13 intern. conf. «New Trends in Fatigue and Fracture»*, Moscow, Russia, 13-16 May 2013. – Moscow: Mech. Engineering Research Inst., 2013. – P 78-84.

12. Захарченко К. В., Капустин В. И. Сопротивление усталостному разрушению и диссипативные процессы в материалах // *Деформация и разрушение материалов и наноматериалов (DFMN–2015): сб. материалов 6 междунар. конф., Москва, 10–13 ноября 2015 г.* – Москва: ИМЕТ РАН, 2015. – С.

772-774.

Соискатель лично проводил экспериментальные исследования, обрабатывал и анализировал полученные экспериментальные результаты, представленные в работах [1-12]. Постановка цели и задач, разработка метода в работах [1 – 12] выполнялась совместно с В.И. Капустиным.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов: от д.ф.-м.н., профессора, Лауреата государственной премии РСФСР, Почетного работника науки и техники РФ Локощенко А.М., заведующего лабораторией ползучести и длительной прочности НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова; от д.ф.-м.н., профессора Тепляковой Л.А., профессора кафедры физики ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»; от д.т.н., профессора Каледина В.О., заведующего научно-исследовательской лабораторией математического моделирования Новокузнецкого института (филиала) ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»; от к.т.н. Поповой Ю.А., начальника отдела материаловедения Филиал ПАО «Компания «Сухой» «ОКБ Сухого» (г. Москва); от д.т.н., профессора Куриленко Г.А., профессора кафедры «Прочность летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»; от к.ф.-м.н. Шаяпова В.Р., старшего научного сотрудника лаборатории функциональных пленок и покрытий ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН; от к.т.н. Петрова М.Г., ведущего научного сотрудника ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина»; от д.т.н., профессора Ботвиной Л.Р., главного научного сотрудника ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность диссертационного исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, имеются следующие замечания:

1. В разделе описания актуальности работы автор пишет, что "... в качестве одного из важных экспериментальных средств используют тепловизор, который позволяет определять температуру диссипативного разогрева в месте предразрушения детали с высокой точностью". Здесь у авторов настояще-

го отзыва возникает вопрос: как определить, точнее предугадать, это место предразрушения детали, на которое необходимо заранее настроить тепловизор для регистрации температуры? Визуально? А если место предразрушения находится под поверхностью и визуально не обнаруживается?

2. На странице 9 автореферата показано, что в диссертационной работе используется логарифмическая мера истинных деформаций. Однако их величины не превышают 0.5 %. По мнению авторов настоящего отзыва использование логарифмической меры деформации в данном случае является излишним.

3. На рисунках 8 и 9 после момента времени начала диссипативного разогрева наблюдается резкий рост температуры, что в общем очевидно. Однако возникает вопрос: почему этот резкий рост температуры не является монотонным, на графиках наблюдается квазипериодическое изменение границ ее колебания?

4. Ни в одном из разделов автореферата не обсуждается, какие диссипативные процессы и структуры имеет в виду диссертант. Второй из этих терминов содержится в названии работы. Между тем оба понятия важны для понимания сути трактовки результатов проведенного исследования и, конечно, их следовало обсудить в автореферате.

5. В подписи к рис. 3. указано, что на нем представлен «типичный элемент самоорганизующийся диссипативной структуры образца Д16Т». (с. 12). В связи с первым замечанием данная трактовка оптического рисунка также не совсем понятна.

6. Имеются неточности в представлении рисунков. Так, например, на рис. 7 не ясно, что отложено по осям? На рис. 3 не совсем корректно пропечатался «масштаб» представленной структуры.

7. Начало усталостного разрушения устанавливается по появлению необратимой деформации, характерной для малоциклового усталости. Из автореферата остается неясным, применим ли предложенный критерий к многоциклового усталости.

8. Данные измерения температуры на поверхности изделия позволяют локализовать накопленные повреждения только «в плане», в то время как расположение дефектов (в частности, усталостных трещин) по толщине элемента конструкции остается неизвестным. Уточнение закономерностей тепловых эффектов при наличии усталостных трещин в материале позволило бы полнее обосновать возможность неразрушающего термографического контроля изделий при их эксплуатации.

9. В качестве замечаний необходимо отметить, что список публикаций, указанный в автореферате (25) не соответствует приведенной библиографии в конце автореферата (7).

10. Не расшифрована главная аббревиатура данной работы, «НДС», до ее первого упоминания в тексте.

11. Не даны описания величин l , h , b , входящих в формулы (1).

12. Подписи к диаграммам деформирования желательно снабдить пояснениями о смысле номеров кривых (1, 2, 3).

13. Данные измерения компонент тензора полных деформаций не сопровождаются сведениями о неупругом деформировании образцов во времени. Нет данных об амплитудной зависимости микрорельефа и его изменениях во времени в процессе циклической наработки.

14. В автореферате не нашли отражения результаты исследования изменений микроструктуры и микрорельефа изломов с изменением НДС, представленные на рис. 2 и 3 данные демонстрируют лишь известные эффекты циклического нагружения, связанные с появлением в процессе усталости деформационного рельефа.

15. Вывод о связи повышения температуры с необратимым деформированием – тривиален.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается авторитетностью и компетентностью официальных оппонентов, и широкой известностью достижений ведущей организации в области наук, по которой выполнена диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан новый метод исследования деформированного состояния образца, позволяющий определить предельное напряженно-деформированное состояние и начало процесса необратимого деформирования при циклическом нагружении со ступенчато увеличивающейся амплитудой по измерению экстремальных значений главных компонент тензора полных деформаций, по возникновению диссипативного разогрева рабочей части и по изменениям морфологии поверхности, получена связь этого предельного НДС с усталостью;
- проведен анализ влияния состояния поверхностного слоя исследованных материалов на сопротивление деформированию при асимметричном периодическом нагружении и на процесс диссипации;
- получены экспериментальные доказательства связи диссипативного нагрева с необратимым деформированием, возникновением поверхностного микрорельефа и усталостью.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- разработан комплексный подход к описанию предельного напряженно-деформированного состояния, позволяющий определять начало процесса диссипации при усталостном нагружении;
- разработан новый метод исследования деформированного состояния образца при периодическом нагружении.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработанный новый метод определения предельных напряжений при циклическом деформировании был применен на деталях из сплавов Д16 и В95, позволил оценить толщину упрочненного слоя, получаемого вибрационной ударной обработкой, позволил произвести оценку эффективности параметров технологического процесса упрочнения материалов;

- разработанный метод позволил определить влияние технологии формообразования на сопротивление усталостному разрушению;
- использование разработанного в диссертационной работе метода позволило выбрать режим усталостных испытаний для сравнительной оценки влияния технологических факторов на долговечность и сократить затраты времени и количество образцов;
- полученные в диссертации результаты в области ускоренного неразрушающего контроля имеют практическую ценность, что подтверждается актами о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- в работе использованы аттестованные современные экспериментальные методики испытаний и исследования структуры и свойств образцов материала;
- применены статистические методы анализа полученных данных;
- для решения поставленных задач использованы сертифицированные, поверенные и высокоточные приборы и цифровое оборудование, сравнение результатов исследований согласуются с опубликованными ранее данными других авторов;
- практические результаты диссертационной работы использованы при оценке эффективности технологического процесса упрочнения материалов на НАЗ им. В.П. Чкалова.

Личный вклад соискателя состоит:

- в составлении программ обработки, непосредственной обработки и анализа полученных данных;
- в разработке нового метода определения предельных напряжений по накоплению необратимой деформации, диссипативному разогреву и структурным изменениям;
- в исследовании влияния состояния поверхностного слоя материалов на накопление необратимых деформаций при периодическом нагружении и диссипации;

- в установлении связи необратимых деформаций, диссипативного разогрева, структурных изменений материала с пределом ограниченной выносливости;
- во внедрении результатов экспериментов в Филиале ПАО «Компания Сухой» НАЗ им. В.П. Чкалова, в Научно-техническом центре при заводе «НТЦ-Ползучесть», в ООО «Научно-технологическая инициатива».

На заседании 22.10.2018 диссертационный совет принял решение присудить Захарченко К.В. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 3 доктора наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени – 1, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
академик РАН

Аннин Б.Д.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

Кургузов В.Д.

Дата оформления заключения: 23.10.2018