

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Селиверстов Сергей Дмитриевич

Тема диссертации: Конструкторско-технологическое совершенствование обогреваемых лопаток входных направляющих аппаратов ГТД, получаемых методом селективного лазерного сплавления.

Специальность: 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации.

На заседании 28 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи совершенствования обогреваемых лопаток входных направляющих аппаратов с противообледенительной системой, получаемых методом селективного лазерного сплавления, имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Селиверстову С.Д. ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета д. техн. наук, профессор Равикович Юрий Александрович, заместитель председателя диссертационного совета д. техн. наук, ст. научный сотрудник Агульник Алексей Борисович, ученый секретарь диссертационного совета д. техн. наук, профессор Зуев Юрий Владимирович, члены диссертационного совета: д. техн. наук, профессор Абашев Виктор Михайлович, д. техн. наук, профессор Демидов Анатолий Семенович, д. техн. наук Кочетков Юрий Михайлович, д. техн. наук, доцент Краев Вячеслав Михайлович, д. техн. наук, профессор Кулешов Николай Васильевич, д. техн. наук, профессор Лесневский Леонид Николаевич, д. техн. наук, доцент Молчанов Александр Михайлович, д. техн. наук Надирадзе Андрей Борисович, д. техн. наук, профессор Назаренко Игорь Петрович, д. техн. наук, профессор Ненарокомов Алексей Владимирович, д. техн. наук, профессор Никитин Петр Васильевич, д. техн. наук, академик РАН Попов Гарри Алексеевич, д. техн. наук, доцент Силуянова Марина Владимировна, д. техн. наук, профессор Тазетдинов Рустем Галятдинович, д. техн. наук Тимушев Сергей Федорович, д. техн. наук, профессор Хартов Сергей Анатольевич.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.08, д.т.н., профессор

Ю.В. Зуев



Начальник Центра удС МАИ

Т.А. А... 



ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 28.12.2021 г. № 26

О присуждении Селиверстову Сергею Дмитриевичу, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Конструкторско-технологическое совершенствование
обогреваемых лопаток входных направляющих аппаратов ГТД, получаемых
методом селективного лазерного сплавления» по специальности 05.07.05 –
«Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных
аппаратов» принята к защите 26.10.2021 г., (протокол заседания № 19)
диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)» Министерства науки и высшего
образования Российской Федерации; 125993, г. Москва, Волоколамское
шоссе, д. 4; приказ Минобрнауки РФ о создании диссертационного совета –
№ 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Селиверстов Сергей Дмитриевич, 22.12.1993 года
рождения, работает старшим преподавателем в федеральном
государственном бюджетном образовательном учреждении высшего
образования «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)» Министерства науки и высшего
образования Российской Федерации.

В 2017 году соискатель окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». В 2021 г. окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре «Технология производства двигателей летательных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Марчуков Евгений Ювенальевич, Опытно-конструкторское бюро имени А.Люльки – филиал публичного акционерного общества «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение», генеральный конструктор – директор; федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Технология производства двигателей летательных аппаратов», заведующий кафедрой (по совместительству).

Официальные оппоненты:

Смыслов Анатолий Михайлович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет», кафедра «Технологии машиностроения», профессор;

Левихин Артем Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», кафедра «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева», г. Рыбинск, в своем положительном отзыве, подписанном Александром Евгеньевичем Ремизовым, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Авиационные двигатели» и утвержденном Сутягиным Александром Николаевичем, кандидатом технических наук, доцентом, проректором по науке и цифровой трансформации РГАТУ имени П.А. Соловьева, указала, что диссертация Селиверстова С.Д. является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне. Она включает в себя результаты решения важных технических задач, посвященных вопросам совершенствования обогреваемых лопаток ГТД, получаемых методом селективного лазерного сплавления (СЛС). Работа написана технически грамотным языком и содержит логически стройный материал. Публикации автора в полном объеме отражают содержание, выводы и результаты работы. Диссертация соответствует всем критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842, а ее автор Селиверстов Сергей Дмитриевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 - «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 4,4 п.л., из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Из 12 публикаций: 5 – статьи в научных журналах, 7

– тезисы докладов по материалам конференций. Все работы написаны в соавторстве.

Данные публикации посвящены вопросу применимости аддитивных технологий в производстве деталей ГТД, исследованию эксплуатационно-технических характеристик изделий, получаемых методом селективного лазерного сплавления.

Авторский вклад соискателя состоит в получении зависимостей влияния угла ориентации изделия в камере построения в процессе СЛС на эксплуатационные характеристики; разработке регрессионной модели, позволяющей прогнозировать эксплуатационные характеристики изделий, получаемых методом СЛС в зависимости от угла ориентации изделия в камере построения; снижении расхода воздуха на работу противообледенительной системы (ПОС); получении методических рекомендаций для конструкторов и технологов в авиационном двигателестроении по конструированию обогреваемых лопаток входного направляющего аппарата (ВНА) с ПОС, получаемых методом СЛС.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Боровиков Д.А., Боровик И.Н., Ионов А.В., Селиверстов С.Д., Яковлев А.А. Анализ результатов математического моделирования осевой малоразмерной турбины в программном комплексе Numeca FineTurbo // Насосы. Турбины. Системы. 2018. № 3 (28). С. 76-81.

2. Киселев В.П., Ежов А.Д., Селиверстов С.Д., Быков Л.В., Сотник Е.В. Анизотропия теплопроводности аддитивных металлов, полученных методом селективного лазерного сплавления на примере нержавеющей стали CL 20ES // Тепловые процессы в технике. 2021. Т. 13, № 7. С. 329-335.

3. Марчуков Е.Ю., Селиверстов С.Д., Стародумов А.В., Чирков Д.Д. Расходные характеристики каналов лопаток газотурбинных двигателей,

полученных методом селективного лазерного сплавления // Насосы. Турбины. Системы. 2021. № 1 (38). С. 27-37.

4. Селиверстов С.Д., Николаев И.А., Быценко О.А. Трибологические исследования деталей авиационных двигателей, полученных методом селективного лазерного сплавления // Вестник УГАТУ. 2021. №3 (93). С. 64-71.

5. Starikov P., Ionov A., Seliverstov S., Borovik I., Matushkin A. Mathematical modeling of heat transfer processes in a wall with a regular pseudo-pore structure // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2019. V. 549. P. 155-168. DOI: 10.1007/978-981-13-6061-9_10

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы (все отзывы положительные).

Отзыв на диссертацию официального оппонента Смыслова А.М., доктора технических наук, профессора содержит замечания:

1. В главе 2 приводится весьма поверхностная информация по условиям работы лопатки ВНА, а также технических требований к ее изготовлению.

2. Для всех испытаний, кроме оценки параметров шероховатости, на аддитивных образцах проводилась механическая обработка. При этом не указаны наименования выполненных операций, величины снимаемых припусков, а также режимы обработки, определяющие качество поверхностного слоя и, как следствие, их эксплуатационные свойства.

3. Приведенные в главе 4 результаты усталостных испытаний лишь констатируют факт, что образцы полученные по технологии СЛС имеют, в сравнении с образцами из стали, выше на 40% предел выносливости. Вместе с тем, в работе нет обоснования причин такого повышения с позиций качества поверхностного слоя (величина наклепа, величина и глубина залегания остаточных поверхностных напряжений, изменения структуры и фазового состава). Не показано место зарождения трещины усталости (с поверхности или из-под поверхности), не описан характер излома и

скорость развития трещины усталости, что позволило бы автору более обоснованно объяснить причины большей выносливости и долговечности материала полученного по технологии СЛС.

4. в главе 5 предложена конструкция лопатки ВНА, полученная с применением технологии СЛС, которая обеспечивает, по мнению автора диссертации, снижение расхода обогреваемого воздуха на 30%. Однако им не приводятся какие-либо обоснования и доказательства, за счет каких изменений в конструкции лопатки достигнуты такие результаты.

Отзыв на диссертацию официального оппонента Левихина А.А., кандидата технических наук, доцента содержит замечания:

1. Для приведенной таблицы 4.1 с результатами анализа химического состава используемых в работе материалов отсутствуют какие-либо пояснения, в следствие чего не до конца понятна причина выбора материала CL 20ES для изготовления аддитивных образцов;

2. Для всех графиков, отражающих результаты проведенных экспериментов по определению эксплуатационно-технических характеристик, не приводятся доверительные интервалы и относительная погрешность экспериментальных данных, что затрудняет оценку достоверности результатов исследования;

3. В тексте работы встречаются стилистические и грамматические неточности, а также неточная нумерация рисунков.

Отзыв на диссертацию ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рыбинский государственный авиационный технический университет им. П.А. Соловьева» содержит замечания:

1. В тексте диссертации имеют место отклонения от принятых норм представления формул в части выбора шрифта и написания подстрочных и надстрочных индексов.

2. В работе не упоминается о влиянии механической обработки на параметры поверхностного слоя образцов, полученных методом селективного лазерного сплавления.

3. Строить аппроксимирующие зависимости для параметров материала по трем значениям углов ориентации образцов при печати (по трем точкам, а для этих целей их необходимо иметь более пяти) бессмысленно, если аппроксимирующая зависимость нелинейная.

4. Отсутствует оценка погрешности регрессионной модели свойств лопатки, полученной селективным лазерным сплавлением, в зависимости от угла ориентации в камере.

5. Проводить сравнение величины массового расхода горячего воздуха для различных конструкций обогреваемой лопатки следует при постоянном значении приведенной или осредненной температуры поверхностей лопатки, а не по минимальной температуре, которая для различных конструкций лопатки находится на разных участках профиля, для которых нет информации о необходимости их обогрева с целью предотвращения обледенения.

6. Целесообразно представить результаты внедрения разработанной методики проектирования и конструирования обогреваемых лопаток ГТД, получаемых методом селективного лазерного сплавления.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», составленный Медниковым А.Ф., к.т.н., ведущим научным сотрудником НЦ «Износостойкость» и утвержденный Волковым А.В., д.т.н., доцентом, помощником проректора по научной работе, содержит следующие замечания:

1. В автореферате нет подробного описания условий проведения экспериментов, а также информации о количестве и качестве отдельных получаемых результатов.

2. Представленные на рисунке 8 и на рисунке 9 схемы выглядят не до конца понятными в части выбора направлений «ДА» и «НЕТ». На рисунках 4-7 стоило бы привести для сравнения значения характеристик для стали 316L.

3. По тексту автореферата встречаются опечатки и неточности, которые в целом не мешают восприятию информации.

Отзыв на автореферат диссертации открытого акционерного общества «ОКБ Сухой», составленный Пудовкиным И.Ю., начальником отдела силовых установок и утвержденный Стрельцом М.Ю., первым заместителем управляющего директора – директором ОКБ, содержит замечания:

1. В анализе результатов исследований эксплуатационных характеристик практически отсутствует сам анализ, дается лишь информация с результатами.

2. Для предложенных вариантов конструкции обогреваемой лопатки ВНА проведен расчет теплового состояния в сопряженной постановке. Однако не говорится об изменении прочности конструкции, массе и пр.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Ушакова И.В., д.т.н., доцента, чл.-корр. РАЕН, и.о. заведующего кафедрой физики, Сафронова И.С., к.ф.-м.н., доцента кафедры физики, содержит замечание:

В автореферате не рассмотрены данные по микротвердости образцов.

Отзыв на автореферат диссертации сотрудников производственного комплекса «Салют» АО «ОДК» Громова А.Н., к.т.н., руководителя производственного комплекса «Салют», Макарова П.В., к.т.н., заместителя генерального конструктора производственного комплекса «Салют», содержит следующие замечания:

1. Автор не приводит оптимального размещения разработанной им конструкции лопатки в зоне построения.

2. Из материалов автореферата не понятно, есть ли корреляция между режимами синтеза, выявленными дефектами и особенностями построения.

3. Не приводятся обоснования выбора методики усталостных испытаний (симметричного цикла нагружения).

Отзыв на автореферат диссертации Хаймовича А.И., д.т.н., доцента, заведующего кафедрой технологий производства двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», содержит следующие замечания:

1. На сегодняшний день уже существуют программные пакеты анализа процесса изготовления методами аддитивных технологий, в том числе методом СЛС. Однако в работе не говорится о том, как разработанная регрессионная модель, учитывающая анизотропию ряда свойств изделий после СЛС в зависимости от угла установки к направлению сплавления, коррелирует с уже имеющимися моделями.

2. Отсутствуют данные об объемах выборок проведенных экспериментальных исследований.

Отзыв на автореферат диссертации Магеррамовой Л.А., д.т.н., начальника сектора ИЦ «Динамика, прочность, надежность» федерального автономного учреждения «Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова», содержит следующие замечания:

1. В автореферате недостаточно подробно объяснен механизм анизотропии исследуемых свойств. Не указано, каким образом можно на основе полученных функциональных зависимостей выбрать наиболее оптимальный угол ориентации образцов на платформе построения по совокупности всех 4х исследуемых свойств (предела прочности, относительной пористости, теплопроводности и шероховатости).

2. Отсутствуют ссылки на исследования, в частности, по определению шероховатости разных поверхностей синтезированной детали. Не указано

учтено ли в расчетных моделях влияние шероховатости на распределение потоков внутри каналов лопатки.

3. В приведенных в автореферате блок-схемах нет однозначных переходов по отдельным позициям, имеются несоответствия номеров рисунков и ссылок на них, текст изложен не везде логично и аккуратно.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Селиверстова С.Д., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Выбор Смыслова А.М., доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологии машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный авиационный технический университет» в качестве официального оппонента обосновывается его широкой компетентностью в вопросах технологии производства двигателей летательных аппаратов, что подтверждается многочисленными публикациями, среди которых 2 монографии, 4 учебно-методических пособий и более 50 изобретений.

Выбор Левихина А.А., кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» обосновывается его большим опытом в области применения аддитивных технологий в авиационном двигателестроении, что подтверждается многочисленными публикациями в рецензируемых журналах. Левихин А.А. является автором 1 монографии, 6 учебных пособий, а также 2 патентов на изобретение, связанных с разработкой способов лазерного послойного синтеза объемных изделий.

Ведущая организация выбрана в соответствии с тем, что она является одним из ведущих российских вузов, осуществляющих подготовку

специалистов в области авиационного двигателестроения. Ведёт научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке двигателей новых поколений. Специалисты ведущей организации, в том числе составившие отзыв на диссертацию, обладают опытом изучения процессов, протекающих в ГТД. Это позволяет им оценить актуальность, научную новизну и практическую ценность результатов диссертации, а также сформировать рекомендации по практическому использованию этих результатов для предприятий отрасли, занимающихся конструированием и производством ГТД.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработана комплексная методика проектирования обогреваемых лопаток входных направляющих аппаратов (ВНА) с противообледенительной системой (ПОС), позволяющая реализовать рациональную конструкцию изделия, учитывающую анизотропию свойств, получаемую в процессе селективного лазерного сплавления (СЛС);

- предложена рациональная конструкция обогреваемой лопатки ВНА с ПОС для вертолетного ГТД, полученная с учетом разработанной методики.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- установлены зависимости основных эксплуатационных характеристик (шероховатость, коррозионная стойкость, эрозионная стойкость, фреттинг-износ, теплопроводность) от угла ориентации в камере построения;

- разработана регрессионная модель, позволяющая прогнозировать эксплуатационные характеристики изделий, получаемых методом СЛС в зависимости от угла ориентации в камере построения.

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

- представлены рекомендации для конструкторов и технологов в авиационном двигателестроении по конструированию лопаток ВНА с ПОС, получаемых методом СЛС;

- определены варианты конструкций обогреваемых лопаток ВНА с ПОС, получаемых методом СЛС, обеспечивающие снижение расхода воздуха, отбираемого на подогрев.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ результаты подтверждаются использованием аттестованного оборудования и апробированных методик проведения испытаний;
- использовано апробированное программное обеспечение.

Личный вклад соискателя состоит в:

- постановке задач и формулировании технических требований к экспериментальным работам по определению основных эксплуатационных характеристик образцов, получаемых методом СЛС;
- непосредственном участии в проведении экспериментов;
- обработке экспериментальных данных;
- разработке регрессионной модели, позволяющей прогнозировать основные эксплуатационные характеристики изделий, получаемых методом СЛС в зависимости от угла установки изделия в камере построения;
- разработке основных положений методики проектирования и рекомендаций по конструированию обогреваемых лопаток ВНА с ПОС, получаемых методом СЛС.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний, которые ставили бы под сомнение обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизну.

Соискатель Селиверстов С.Д. ответил обстоятельно и аргументированно на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 28 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи совершенствования обогреваемых лопаток входных направляющих аппаратов с противообледенительной системой, получаемых методом селективного лазерного сплавления,

имеющей значение для развития авиационного двигателестроения, присудить Селиверстову С.Д. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук,
профессор

Зуев Юрий Владимирович

28 декабря 2021 г.