

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.092.06,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 марта 2021 г. № 6

О присуждении **Бачурину Александру Сергеевичу**, гражданину **Российской Федерации**, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование влияния межоперационного припуска под термическую обработку на точность изготовления каркасных деталей летательных аппаратов» по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» принята к защите 15 января 2021 (протокол заседания № 3) диссертационным советом Д 212.092.06, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (ведомственная принадлежность – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; адрес – Российская Федерация, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, д. 27; приказ о создании от 01.04.2013 № 156/нк, приказ от 05.03.2015 № 220/нк, приказ от 18.06.2015 № 339/нк, приказ от 29.07.2015 № 848/нк, приказ от 28.04.2016 № 512/нк, приказ от 09.08.2016 № 1054/нк, приказ от 16.03.2017 № 212/нк, приказ от 12.07.2017 № 748/нк, приказ от 01.07.2019 № 569/нк).

Соискатель **Бачурин Александр Сергеевич**, 1987 года рождения.

В 2010 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский

государственный технический университет», г. Новосибирск, с присвоением квалификации инженер по специальности «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей», диплом ВСГ 3706708, регистрационный номер 3895 от 17 февраля 2010.

С 2010 года по 2013 год соискатель обучался в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» по специальности 05.07.03 – «Прочность и тепловые режимы летательных аппаратов», очная форма обучения. Дата окончания обучения в аспирантуре – 01 мая 2013-го года.

Работает в должности ведущего инженера-конструктора в обществе с ограниченной ответственностью «Энергозапас» (ИНН 7731318497). По совместительству работает старшим преподавателем на кафедре «Самолето- и вертолетостроения» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет».

Диссертация выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» на кафедре «Самолето- и вертолетостроения».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Курлаев Николай Васильевич**, заведующий кафедрой «Самолето- и вертолетостроения» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

Хаймович Александр Исаакович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологий производства двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего

образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара.

Кривенок Антон Александрович, кандидат технических наук, ведущий инженер научно-производственного инжинирингового центра управления технического развития филиала публичного акционерного общества «Компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод им. Ю.А Гагарина», г. Комсомольск-на-Амуре.

Официальные оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой технологии и оборудования машиностроительных производств доктором технических наук, профессором Пашковым Андреем Евгеньевичем и заведующим кафедрой самолётостроения и эксплуатации авиационной техники кандидатом технических наук, доцентом Бобарико Игорем Олеговичем, утвержденном ректором М. В. Корняковым, указала, что диссертация Бачурина Александра Сергеевича является законченной научно-исследовательской работой, выполненной автором на высоком научном уровне. Тема работы актуальна, диссертация обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью. Все утверждения и выводы корректны и обоснованы. Основные результаты работы опубликованы в ведущих российских и иностранных журналах, а также прошли апробацию на российских и международных конференциях. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а также п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., в действующей редакции. Полученные научные результаты соответствуют паспорту специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки).

Автор диссертации Бачурин Александр Сергеевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Соискатель имеет 16 опубликованных работ, все по теме диссертации, из них:

– **6 статей** опубликованы в журналах, входящих в **Перечень ВАК** (по состоянию на момент выхода статей);

– **1 статья** опубликована в международном журнале, входящем в реферативную базу данных Scopus.

Личный вклад соискателя Бачурина Александра Сергеевича в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнений. Автор лично участвовал в постановке задач исследования, в подготовке и проведении экспериментов, представленных в диссертации, обрабатывал и анализировал их результаты, применял предложенную методику для изменения технологического процесса на производстве. В работах, опубликованных в рецензируемых изданиях, в полной мере изложены материалы и основные научные результаты диссертации. Требования, предъявляемые к публикации основных научных результатов диссертации, предусмотренные пунктами 11 и 13, а также установленные пунктом 14 «Положения о присуждении учёных степеней», выполнены полностью.

Наиболее значительные работы соискателя:

1. **Бачурин, А. С.** Влияние величины припуска на остаточные закалочные напряжения деталей самолета [Текст] / А.С. Бачурин, К.Н. Бобин, К.А. Матвеев, Н.А. Рынгач, Н.В. Курлаев // Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты). – 2013. – № 3. – С. 31-35. (Перечень ВАК)

2. **Бачурин, А. С.** Численное моделирование процесса закалки алюминиевых деталей [Текст] / А.С. Бачурин, К.Н. Бобин, К.А. Матвеев, Н.А. Рынгач, Н.В. Курлаев // Обработка металлов (технология • оборудование • инструменты). – 2013. – № 3. – С. 94-97. (Перечень ВАК)

3. **Бачурин, А. С.** Влияние закалки на остаточные деформации деталей летательных аппаратов из алюминиевых сплавов [Текст] / А. С. Бачурин, К. Н.

Бобин, К. А. Матвеев, Н. В. Курлаев // Вестник СибГАУ. – 2013. – № 3. – С. 119-123. (Перечень ВАК)

4 **Бачурин, А. С.** Численное моделирование влияния припуска на величину остаточных напряжений в деталях летательных аппаратов после закалки [Текст] / А.С. Бачурин, К.Н. Бобин, К.А. Матвеев, Н.В. Курлаев // Вестник СибГАУ. – 2013. – № 3. – С. 123-128. (Перечень ВАК)

5 **Бачурин, А. С.** Математическая модель процесса закалки деталей [Текст] / А.С. Бачурин, И.А. Осипов, А.Б. Гулидов, К.Н. Бобин, Н.А. Рынгач, Н.В. Курлаев // Авиационная промышленность. – 2014. – № 3. – С. 43. (Перечень ВАК).

6 **Бачурин, А. С.** Оптимизация технологического припуска с учетом остаточных напряжений деталей [Текст] / А.С. Бачурин, Д.М. Петров, К.Н. Бобин, Н.А. Рынгач, Н.В. Курлаев // Авиационная промышленность. – 2015. – № 2. – С. 1-4. (Перечень ВАК).

7 **Bachurin, A. S.** On the choice of in-process allowance for hardening [Text]/ A. S. Bachurin, N. V. Kurlaev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.– 2020. – Vol. 734: – Art. 012010. – DOI: 10.1088/1757-899X/734/1/0120106. (Scopus)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все отзывы положительные, указаны только вопросы и замечания).

Отзывы на диссертацию:

1. **Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск. Замечания:

1) Не раскрыты вопросы экономической эффективности применяемой технологии производства крупногабаритных деталей из крупногабаритных заготовок прямоугольной формы. А также не раскрыты вопросы экономического эффекта при переходе от заготовки под закалку до проведения работ диссертанта, с припуском до прямоугольного сечения, к заготовке с припуском, рассчитанным в ходе применения предлагаемой методики.

2) Не в полной мере описан переход от двумерной задачи закалки к крупногабаритным каркасным заготовкам сложной геометрии свойственной авиационным деталям, на которые экстраполируются результаты моделирования закалки бруса и сечений детали.

3) Отсутствует практическая информация по величине напряжения в заготовке после закалки, подтвержденная измерениями.

4) Отсутствуют данные по машинному времени изготовления рамы переплета фонаря с дополнительными операциями механической обработки (с постепенным обнижением припуска, для снижения влияния внутренних напряжений) в сравнении с временем изготовления после изменения технологии.

5) В автореферате «Основные результаты работы» следовало назвать «Заключение».

6) В автореферате допущена опечатка, в описании предлагаемого показателя, формула 5, обозначен в числителе центральный момент инерции, а в соответствии с диссертацией (формула 15) геометрический момент инерции.

7) Первая глава диссертации должна заканчиваться постановкой цели и задач исследования.

2. Официальный оппонент Хаймович Александр Исаакович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологий производства двигателей федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара.

Замечания:

1) Имеются замечания, связанные с оформлением рисунков, представленных в диссертационной работе, не объединенных единой стилистикой и имеющие различные форматы выполнения. В работе присутствуют опечатки.

2) Отсутствуют сравнительные экспериментальные данные по закалочному короблению заготовок для рассчитанной величины припуска по

предлагаемой методике и для величин припуска, которые исходя из методики, представляются не выгодными для назначения с точки зрения снижения уровня поводок.

3) Моделирование и последующий анализ закалки деталей в плоской постановке (стр. 53 диссертации) полностью не обоснованы теоретически. Рассмотренный ранее автором эффект нестационарности температурных полей при погружении заготовки в закалочную среду, влияющий по крайней мере на неравномерность осевых напряжений, далее не учитывается в плоской постановке задачи сопряженного анализа методом конечных элементов.

4) Автором не учитываются остаточные напряжения второго рода, возникающие при последующей механической обработке закаленных деталей, влияние которых с учетом неравномерности снимаемого припуска на результирующее коробление ажурных деталей значительно.

5) В качестве пожелания хотелось бы увидеть в работе данные анализа микроструктуры по сравниваемым вариантам технологий закалки. Такой анализ был бы весомым дополнением к выводам по результатам исследований.

3. Официальный оппонент Кривенок Антон Александрович, кандидат технических наук, ведущий инженер научно-производственного инжинирингового центра управления технического развития филиала публичного акционерного общества «Компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод им. Ю.А. Гагарина», г. Комсомольск-на-Амуре.
Замечания:

1) Имеются замечания, связанные с сохранившейся сложностью предлагаемой методики для применения на реальном производстве.

2) В расчетах процесса закалки применяется коэффициент конвективной теплоотдачи без учёта изменения режимов кипения закалочной среды.

3) Остается открытым вопрос определения максимальной разницы температур, наблюдаемой при охлаждении для деталей сложной геометрической формы.

4) Расчет процесса закалки в типовых сечениях заготовки не достаточен для точной оценки закалочных напряжений и короблений всей заготовки.

Отзывы на автореферат:

1. Зангеев Борис Иосифович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Самолето- и вертолётостроение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ. Без замечаний.

2. Лапаев Валерий Петрович, кандидат технических наук, генеральный директор общества с ограниченной ответственностью «Западно-Сибирский центр по сертификации объектов воздушного транспорта», г. Новосибирск. Без замечаний.

3. Левин Дмитрий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры 101 «Проектирование и сертификация авиационной техники» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва. Замечания:

1) Не показано, почему рассматриваемые величины припуска были выбраны именно в диапазоне от 3 до 9 мм.

2) Не описывается, каким образом выбиралось расположение контрольных бобышек на заготовках, полученных по предлагаемой методике, и могло ли это повлиять на оценку коробления заготовки.

4. Леонов Сергей Леонидович, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул. Замечания:

1) Кроме методики профессора Кована В.М. для расчета припусков и межоперационных размеров, на которую ссылается автор диссертации на страницах 9 и 16 автореферата, имеется еще и методика размерного анализа

технологических процессов, разработанная проф. Матвеевым В.В. Возможно, её рассмотрение позволило бы автору повысить точность своих исследований и практических рекомендаций.

2) Рисунок 13 автореферата очень бледный, что затрудняет его восприятие.

5. Социховский Аркадий Борисович, технический директор филиала публичного акционерного общества «Компания «Сухой» «Новосибирский авиационный завод им. В.П. Чкалова», г. Новосибирск. Без замечаний.

6. Трушкина Татьяна Владимировна, кандидат технических наук, главный химик и **Евтушенко Богдан Анатольевич**, заместитель главного конструктора акционерного общества «Красноярский машиностроительный завод», г. Красноярск. Замечания:

1) Автор не упоминает работ зарубежных авторов, хотя принцип решения подобных задач, например для ракетоплана X-15 или МТКК «Space Shuttle» мог быть использован в качестве эталона для анализа практических результатов полученных автором.

2) В качестве недостатков можно указать полное отсутствие исследования релаксации материала после закалки, в т. ч. после механической обработки, поскольку изготовление подобных деталей будет происходить партионно, а установка в изделие – в течение годовой программы выпуска.

3) Также не определены граничные условия, при которых применима разработанная методика.

4) Теоретическая значимость диссертации уступает прикладной, поскольку полученных данных недостаточно для выпуска или корректировки отраслевого нормативного документа, внедрение её результатов представляется в виде выпуска частной технологической методики, необходимо подтверждение полученных выводов на других сплавах и заготовках другого профиля.

7. **Яковлев Алексей Борисович**, заведующий кафедрой «Авиа- и ракетостроение», кандидат технических наук, доцент и **Жариков Константин Игоревич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Авиа- и ракетостроение» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск. Замечания:

1) В п. 4 основных результатов работы указано «Разработан новый технологический процесс...», однако по тексту сказано об изменениях технологического процесса (с. 20 второй абзац снизу).

2) В тексте автореферата в явном виде не представлены факторы, влияющие на возникновение коробления.

3) Встречаются некоторые противоречия по тексту автореферата.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечены актуальность темы работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность и обоснованность результатов.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием публикаций в сфере исследований по теме диссертации, практическим опытом применения научных методов в сфере производства летательных аппаратов. Выбор ведущей организации обоснован широкой известностью федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», г. Иркутск, своими достижениями в научной области, связанной с обработкой металлов резанием и повышением точности изготовления деталей, получаемых механической обработкой, в том числе применительно к изготовлению летательных аппаратов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика расчета величины равномерного припуска (по эквидистанте) под закалку каркасных деталей летательных аппаратов, проходящих операции термической обработки между операциями фрезерования, позволяющая снизить закалочное коробление, и повысить точность изготовления детали;

предложен показатель, характеризующий способность крупногабаритных каркасных деталей летательных аппаратов противостоять короблению, возникающему в результате закалки, основанный на анализе характеристик сечений детали и максимальной разнице температур, возникающей в результате охлаждения при закалке;

установлено влияние величины припуска под закалку на величину коробления и на точность изготовления каркасных деталей, подвергаемых механической обработке после термической обработки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано влияние припуска на технологическую наследственность в части различного характера распределения остаточных напряжений в зависимости от его величины, и на точность изготовления каркасных деталей самолетов путем изменения поля остаточных напряжений при удалении припуска механическим путем;

применительно к проблематике диссертации результативно использован метод конечных элементов для определения напряженно-деформированного состояния заготовки после закалки с учётом нелинейности свойств материала;

раскрыта необходимость снижения глубины проникновения зон повышенных напряжений в заготовке детали и их локализация в припуске, назначенном под закалку, с целью снижения коробления после удаления припуска, а также раскрыты характерные картины распределения остаточных напряжений после закалки в заготовке в зависимости от способа получения её

геометрии: припуска по эквидистанте, припуска с напуском и напуском до прямоугольного сечения.

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

разработана и внедрена на филиале ПАО «Компания «Сухой» «Новосибирский авиационный завод им. В.П. Чкалова» методика расчета величины равномерного припуска (по эквидистанте) под закалку рамы переплета фонаря кабины самолёта SSJ-100;

разработан показатель, характеризующий способность каркасных деталей противостоять короблению, возникающему в результате закалки и методика расчета величины припуска под термическую обработку на его основе;

определены характерные картины распределения остаточных закалочных напряжений в заготовках различного сечения и рекомендации по управлению ими путем изменения величины и типа припуска;

представлены рекомендации по назначению величины и определению типа припуска под закалку в зависимости от направления погружения детали и её геометрии.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ использовано сертифицированное производственное оборудование;

теория определения величины припуска под закалку построена на известном расчете геометрических характеристик сечений, отнесенных к максимальной разнице температур, достигаемых в теле заготовке, определяемых согласно общепринятой теории теплопроводности и ее реализации в методе конечных элементов, путем сравнения нескольких вариантов величины припуска;

идея базируется на управлении геометрическими характеристиками сечения заготовки с целью снижения коробления путем варьирования

величиной припуска с одновременным недопущением избыточного роста зон, подверженных остаточным закалочным напряжениям, приводящим поводкам;

использовано сравнение авторских данных и данных, полученных ранее другими исследователями по рассматриваемой тематике;

установлено удовлетворительное количественное совпадение расчётных результатов по определению остаточных деформаций заготовок в зависимости от различных вариантов погружения в закалочную среду с данными авиастроительного производства и результатами, представленными в независимых источниках.

Личный вклад соискателя состоит в:

постановке, совместно с научным руководителем, задач исследования; формулировке положений и выводов, выносимых на защиту; разработке показателя, характеризующего способность каркасных деталей противостоять короблению, возникающему в результате закалки; разработке методики расчета величины припуска под закалку для каркасных деталей с учетом способности противостоять короблению, интерпретации результатов расчетов; подготовке основных публикаций по выполненной работе; подготовке докладов на конференции и личном участии в апробации результатов исследования на действующем авиационном производстве.

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 17 марта 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Бачурину Александру Сергеевичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» за решение важной задачи в области

технологической наследственности и исследования влияния величины припуска на точность изготовления каркасных деталей летательных аппаратов типа «фонарь», имеющей значение для развития авиастроения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 10 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 10, против 3, недействительных бюллетеней 1.

Председатель

диссертационного совета



Феоктистов Сергей Иванович

Ученый секретарь

диссертационного совета

Потянихин Дмитрий Андреевич

17 марта 2021 г.