

В диссертационный совет
Д 212.210.01 при ФГБОУ ВО
«Рыбинский государственный
авиационный технический университет
имени П.А. Соловьева»

152934, Рыбинск, Ярославской области,
ул. Пушкина, 53

ОТЗЫВ

официального оппонента Унянина А. Н. на диссертационную работу Кожиной Светланы Михайловны **«Повышение эффективности обработки маложестких поверхностей проточной части лопаток и моноколес ГТД концевыми фрезами»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

1. Общая характеристика работы и соответствие темы паспорту научной специальности

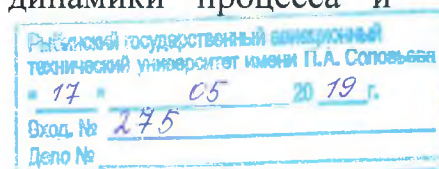
Диссертация выполнена в ВГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева» и состоит из введения, четырех глав, общих выводов, списка использованных источников (116 наименований) и приложений.

Основное содержание работы изложено на 176 страницах и включает 110 рисунков и 14 таблиц.

По объёму и структуре диссертационная работа имеет внутреннее единство и написана в соответствии с установившимися традициями.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель работы и задачи исследования, приведены методы исследования, положения, выносимые на защиту, новизна и практическая значимость работы, а также сведения, касающиеся ее апробации.

В первой главе выполнен анализ научно-технической информации по современному состоянию технологии обработки заготовок деталей ГТД. Приведены особенности конструкций и технологии изготовления лопаток и моноколес ГТД, определены требования к технологическому процессу, оборудованию и инструменту. Приведены результаты научных исследований в области концевой фрезерования, касающиеся формирования срезов, составляющих сил резания, тепловых процессов, динамики процесса и



формирования качества детали. Автор приходит к выводу, что пониженная жесткость заготовок деталей ГТД является причиной потери устойчивости при обработке, что приводит к снижению работоспособности инструмента и ухудшению параметров качества деталей.

На основе анализа информации сформулирована цель и поставлены задачи исследований.

Вторая глава посвящена разработке математических моделей процесса обработки заготовок лопаток и моноколес ГТД концевыми фрезами. Разработаны модели: для расчета геометрических параметров срезов; для расчета составляющих силы резания; для определения температуры в режущем клине; для расчета деформации заготовки детали в процессе обработки; модель динамики процесса. В этой главе сосредоточена большая часть аналитических исследований и она является ключевой главой работы.

В третьей главе изложена методика проведения экспериментальных исследований и представлены результаты экспериментальных исследований процесса концевого фрезерования заготовок деталей ГТД. Получены регрессионные зависимости для расчета сил и температур.

В четвертой главе приведена предложенная автором методика оптимизации операций концевого фрезерования моноколес и лопаток компрессора ГТД по технико-экономическим показателям и параметрам качества. Приведены сведения, касающиеся использования результатов разработок автора.

В конце каждой главы приведены выводы.

Структура диссертации логична, соответствует цели и задачам исследования, однако имеются незначительные отступления от требований *ГОСТ Р 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления.*

Автореферат раскрывает основные положения диссертации, а тема диссертационной работы соответствует заявленной специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (пункты 2 и 3 паспорта специальности).

2. Актуальность избранной темы диссертации

Процесс механической обработки заготовок сопровождается появлением погрешностей, вызываемых причинами систематического и случайного характера. Одной из таких причин является упругая деформация элементов технологической системы (станок-приспособление-инструмент-заготовка) под действием силы резания. В результате изменяется положение режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой заготовки. Колебания силы резания и изменение жесткости технологической системы по

ходу режущего инструмента вызывают неравномерность деформаций и отжатию ее элементов, в результате чего возникают погрешности формы обработанных поверхностей отдельных заготовок и рассеивание размеров заготовок в партии. Повышение производительности обработки и качества обработанных деталей возможно на основе изучения и частичного или полного исключения причин, вызывающих появление погрешностей, в том числе упругих деформаций заготовок, с учетом сил резания, жесткости технологической системы и способа установки заготовок.

При концевом фрезеровании поверхностей заготовок лопаток и моноколес силы резания воздействуют на участки профиля, обладающие различной жесткостью. Деформация детали и инструмента является причиной возникновения погрешностей геометрических параметров деталей. В настоящее время отсутствуют методики расчета деформаций и соответствующих им допустимых значений глубины резания и подачи, что приводит к необходимости назначения режимов резания на основе производственного опыта, результатов предварительных исследований и требует существенных материальных затрат. Следовательно разработка аналитической модели обработки маложесткой проточной части лопаток и моноколес ГТД концевыми фрезами представляет решение актуальной задачи для теории и практики механической обработки.

Поэтому настоящая работа, связанная с повышением эффективности обработки заготовок маложестких деталей ГТД, является **актуальной**.

3. Новизна выполненных исследований и полученных результатов, выводов, рекомендаций

В результате исследований автором получены следующие важные научные результаты.

Разработан комплекс математических моделей концевого фрезерования моноколес и лопаток компрессора ГТД, в том числе:

- модель формирования стружки при фрезеровании инструментом с радиусной рабочей поверхностью при движении подачи по криволинейной траектории;
- модели расчета составляющих сил резания и температуры;
- модели деформации детали в зависимости от схемы закрепления;
- динамическая модель процесса концевого фрезерования деталей с переменной жесткостью, позволяющая определить зону устойчивости процесса обработки.

Модели учитывают особенности обработки концевыми фрезами лопаток и моноколес из труднообрабатываемых материалов, имеющих сложный профиль, малую толщину и жесткость.

Получены результаты экспериментальных исследований сил и температур в зависимости от режимов резания.

Выводы по главам и по работе в целом отражают содержание работы.

В то же время следует отметить следующее.

Выводы 1 – 2 являются новыми и представляют констатацию выполненных в работе исследований.

Вывод 3 является новым.

Выводы 4 и 5 являются новыми и представляют констатацию выполненных исследований.

Выводы 6 – 9 являются новыми.

Выводы 1, 2, 4, 5 не содержат конкретные данные и количественную оценку полученных результатов.

4. Обоснованность и достоверность научных положений и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений подтверждается:

- корректностью использования теоретических основ резания материалов, теории упругости, теплофизики технологических процессов и теории автоматического управления при решении поставленных в работе задач;

- корректностью использованных методов разработки математических зависимостей для расчета геометрических параметров срезов, составляющих силы резания, для определения температуры в режущем клине, для расчета деформации заготовки детали в процессе обработки, динамической модели процесса;

- применением апробированных методик обработки результатов экспериментальных исследований;

- подтверждением результатов аналитических исследований экспериментальными исследованиями в лабораторных условиях и внедрением результатов исследований в действующее производство.

Экспериментальная часть работы выполнена на достаточно высоком техническом уровне с корректным использованием измерительных приборов и оборудования, а также методик исследований и обработки их результатов.

5. Практическая значимость результатов работы

В результате выполненных исследований были предложены новые технологические методы, обеспечивающие повышение эффективности обработки заготовок деталей ГТД.

К практической значимости следует отнести следующие разработки:

- результаты определения зоны устойчивости процесса обработки, которые позволили разработать рекомендации к режимам реализации процесса, конструктивным параметрам инструмента и оборудования.

- методику и алгоритм оптимизации технологических операций концевой фрезерования моноколес и лопаток компрессора ГТД, обеспечивающих получение минимальной себестоимости обработки при заданных ограничениях.

Практическая значимость результатов работы заключается также:

- в использовании результатов исследования в действующем производстве ПАО «ОДК-Сатурн», что позволило на 80% повысить производительность обработки при снижении до 3,5 раза износа инструмента;

- во внедрении результатов работы в учебный процесс ВГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева» путем использования в рамках программ подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение операций машиностроительных производств, профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы» при проведении практических занятий по дисциплинам «Режущий инструмент» и «Процессы и операции формообразования».

6. Публикации и апробация результатов исследований

По материалам выполненных исследований опубликованы 4 научные работы в рецензируемом научном журнале, внесённом в перечень журналов и изданий, утверждённых Высшей аттестационной комиссией РФ и 2 тезисов докладов конференций.

Работа и её отдельные результаты неоднократно докладывались на международных и всероссийских форумах, конгрессах и научно-технических конференциях в период с 2016 по 2018 г.г. Это дает основание считать, что диссертация прошла необходимую апробацию и нашла соответствующее отражение в публикациях.

7. Рекомендации по использованию результатов исследований в действующем производстве

Результаты, полученные в диссертационной работе, могут быть использованы на этапе технологической подготовки производства при проектировании операций фрезерования моноколес и лопаток компрессора ГТД в авиационном, энергетическом и транспортном машиностроении.

8. Рекомендации по использованию материалов диссертации в учебных целях

Как следует из представленных материалов, результаты диссертационных исследований уже внедрены в учебный процесс Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева» путем использования в рамках программ подготовки бакалавров по направлению 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение операций машиностроительных производств, профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы» при проведении практических занятий по дисциплинам «Режущий инструмент» и «Процессы и операции формообразования».

Научные положения диссертационной работы могут быть использованы в учебном процессе при освоении дисциплин, в которых изучаются вопросы математического моделирования технологических процессов механической обработки.

Программный комплекс для оптимизации технологических операций концевого фрезерования может быть использован при постановке учебно-исследовательских лабораторных работ по спецкурсам дисциплин учебного плана подготовки магистров, а также при подготовке магистерских диссертаций.

9. Замечания по диссертационной работе.

1. Не ясно, каким образом определялись интенсивность источников тепловыделения на поверхностях контакта режущего клина со стружкой и заготовкой, коэффициент теплоотдачи в окружающую среду (СОЖ) и доля теплоты, переходящей в инструмент, при моделировании тепловых процессов концевого фрезерования.

2. Не обосновано, почему при исследовании тепловых процессов не учтена теплота, выделяемая в области стружкообразования.

3. Не понятно происхождение зависимостей (2.51), (2.52), (2.63), предназначенных для расчета деформаций.

4. При проведении расчетов предельной ширины среза значения параметров K_{yc} , T_{yc1} , T_{yc2} , a_l (с. 104) приняты без обоснования.

5. Не приведены пример и результаты расчета оптимального режима обработки.

6. Отсутствует расчет экономического эффекта от внедрения результатов работы в производство.

10. Общие выводы по диссертации (заключение)

Отражают полученные в ходе диссертационного исследования основные результаты работы.

11. Список принятых обозначений

Список принятых обозначений в диссертации отсутствует, однако параметры математических зависимостей расшифрованы в тексте диссертации.

12. Список использованных источников

Содержит наименование 116 публикаций, достаточно полно отражающих состояние отечественных и зарубежных (14 наименований) исследований по рассматриваемой проблеме. Из них 46 источников изданы после 2000 г. Список оформлен согласно существующего ГОСТа.

13. Приложения

Включают в себя копии 2-х актов внедрения результатов работы в производство и учебный процесс.

14. Оформление материалов диссертации

Диссертация написана в целом на квалифицированном уровне, снабжена достаточным количеством иллюстративного материала, ссылками на авторов и источники, откуда заимствованы отдельные результаты.

Автореферат в полном объеме отражает содержание диссертационной работы и позволяет ознакомиться со всеми основными результатами, полученными лично автором, а также выводами и рекомендациями, вытекающими из проведенных исследований.

15. Заключение

Диссертационная работа Кожиной С.М. является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована как совокупность научно-обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых может внести существенный вклад в развитие экономики страны и повышение её обороноспособности.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. Степень апробации результатов работы путем опубликования основных положений в печати, выступлений на научно-технических конференциях и внедрения в действующее производство – достаточна. Общая подготовленность и научный потенциал соискателя весьма высок.

Сделанные выше замечания не снижают важности полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Таким образом, представленная диссертация Кожиной С.М. по актуальности, научно-техническому уровню, степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверности и новизне, значению для теории и практики соответствует п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г.

Диссертация соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней и званий и требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Доктор технических наук, доцент



Унянин
Александр Николаевич

Почтовый адрес организации: 432027, г. Ульяновск, Северный Венец, 32
Почтовый адрес автора отзыва: 432002, г. Ульяновск, пер. Буинский, д. 1,
кв. 229, e-mail: a_un@mail.ru

Подпись профессора кафедры «Технология машиностроения»
Унянина Александра Николаевича заверяю:

Учёный секретарь Учёного Совета ФГБОУ ВО
«Ульяновский государственный
технический университет»
кандидат техн. наук, доцент




Арефьев В. Н.