

В диссертационный совет Д 212.073.02,  
созданный на базе ФГБОУ ВО  
«Иркутский национальный исследовательский  
технический университет»,  
ученому секретарю, профессору Салову В.М.  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

## **ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

на диссертацию «Развитие научных основ технологии финишной обработки деталей из алюминиевых и титановых сплавов полимерно-абразивными инструментами», представленную Подашевым Дмитрием Борисовичем на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения»

Рецензируемая диссертационная работа содержит введение, семь глав, заключение, библиографический список из 355 наименований и семь приложений. Общий объем составляет 443 страницы машинописного текста (основной текст – 356 страниц), включает 199 рисунков и 122 таблицы.

### **1. Актуальность темы.**

Представленная диссертационная работа посвящена финишной обработке деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, которая является одним из технологических процессов, способным эффективно выполнять зачистку поверхностей, скругление острых кромок, подготовку поверхностей под различные покрытия, удалять дефектный слой, заусенцы и т. п. Подобные операции при обработке деталей (особенно крупногабаритных), как правило, выполняются при помощи низкопроизводительного и неквалифицированного ручного труда, характеризуются высокой трудоемкостью и проблема замены ручного труда на механизированный и автоматизированный на таких операциях для отечественной промышленности является весьма актуальной.

Применение технологии обработки эластичными полимерно-абразивными

инструментами позволяет повысить производительность и качество обработки, применить механизацию и автоматизацию на операциях и снизить затраты на инструмент.

Однако, следует отметить, что широкое внедрение процессов финишной обработки эластичными полимерно-абразивными инструментами (с учетом многообразия существующих в настоящий момент их типов, конструкций и характеристик) вызывает необходимость для каждой конкретной технологической операции определять оптимальные характеристики инструмента и режимы его работы, с учетом условий процесса обработки (материал детали, форма, размеры и заданная шероховатость обрабатываемой поверхности и др.).

В соответствии с этим оптимальное управление производительностью и обеспечение требуемого качества на операциях финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, построенное на основе математического моделирования процессов взаимодействия эластичного полимерно-абразивного инструмента с обрабатываемой поверхностью, является решением актуальной проблемы, представляет **научный и практический интерес**.

**Актуальность и новизна** темы диссертационной работы не вызывает сомнения.

## **2. Научная новизна и значимость результатов проведенных исследований**

Наиболее важными результатами диссертации, обладающими признаками новизны, являются:

- комплекс теоретических положений, описывающий взаимосвязи параметров качества обработанной поверхности и производительности процесса обработки эластичными полимерно-абразивными инструментами характеристиками инструмента, режимами обработки и свойствами обрабатываемого материала;
- комплекс аналитических математических моделей описывающих силовое взаимодействие эластичных полимерно-абразивных инструментов различных



видов с обрабатываемой поверхностью, съем материала и шероховатость обработанной поверхности детали;

– новые математические модели ограничительных функций по теплообразованию при обработке поверхностей эластичными полимерно-абразивными кругами и торцевыми щетками;

– новая, учитывающая силовой и температурный факторы, математическая модель формирования остаточных напряжений в поверхностном слое материала при обработке эластичными полимерно-абразивными кругами;

– новые эмпирические модели, позволяющие оценить качество обработанной поверхности и производительность процесса обработки эластичными полимерно-абразивными инструментами в зависимости от режимов обработки и характеристик инструмента;

– предложенная система оптимального управления проектированием операций финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, обеспечивающая на основе выбора оптимальных инструмента и режимов, требуемое качество обработки по размерным параметрам, шероховатости и точности формы при наибольшей производительности и наименьшей себестоимости выполнения операции.

Полученные в результате диссертационной работы результаты свидетельствуют об их **практической значимости**:

1. Предложена система проектирования технологических операций финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, позволяющая определять наиболее экономически эффективные инструменты и рациональные режимы обработки при обеспечении всех требований нормативно-технической документации к качеству обработки.

2. Разработано программное обеспечение, позволяющее на основе оптимизационных решений выбирать оптимальный эластичный полимерно-абразивный инструмент и режимы обработки.

3. Разработан эскизный проект станка с ЧПУ, для одновременной обра-

ботки кромок длинномерных деталей из алюминиевых сплавов двумя эластичными полимерно-абразивными щетками.

4. Представленные в диссертации акты о производственном внедрении подтверждают, что сформулированные в работе технологические рекомендации для финишной обработки эластичными полимерно-абразивными инструментами, повышают производительность обработки и снижают себестоимость выполнения операции.

Результаты работы апробированы на научно-технических конференциях российского и международного уровня. Новизна практических решений, разработанных на основе результатов проведенных исследований, подтверждена патентом на изобретение, патентами на полезные модели и свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ. Полученные в данной работе результаты внедрены в производство и используются в технологических процессах скругления острых кромок и зачистки каркасов летательных аппаратов, длинномерных деталей самолётов, а также в других отраслях промышленности.

Содержание диссертации достаточно полно отражено в 1 монографии, 32 научных публикациях в журналах входящих в перечень ВАК и в международные наукометрические базы Web of Science или Scopus, патентах на изобретение и полезные модели.

Текст диссертации оформлен стилистически грамотно и в соответствии с общепринятыми требованиями, терминология используется по существу и назначению. Автореферат соответствует содержанию диссертации и в полной мере отражает структуру, научные результаты и выводы диссертации.

### **3. Достоверность и обоснованность научных положений и выводов**

Достоверность научных положений и полученных в работе результатов и выводов основана на корректности постановки задач исследования и обоснованности принятых допущений. Достоверность подтверждается адекватностью используемых математических моделей и удовлетворительным соответствием по-



лученных результатов экспериментальным данным, полученным на современном металлообрабатывающем оборудовании, достаточно широкой публикацией результатов исследований, их обсуждением на научных конференциях различного уровня и результатами опытно-промышленной апробации отдельных положений работы.

#### **4. Практическая ценность диссертационной работы и рекомендации по использованию и внедрению ее результатов**

Основные практические результаты заключаются в следующем:

– на основе разработанных теоретических методов, предложены подходы к оптимизации проектирования операций финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, которые позволяют усовершенствовать процесс, обеспечить технические требования на обрабатываемую деталь (по шероховатости, размеру кромки и отклонению месторасположения кромки) и увеличить производительность процесса;

– сформулированы практические рекомендации по проектированию технологических процессов финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, которые могут служить базой для широкого использования предлагаемых способов обработки на производственных предприятиях;

– предложена конструкция установки с ЧПУ для обработки полимерно-абразивными щетками кромок на длинномерных деталях позволяющая обеспечить автоматизацию операции и повысить качество обработки поверхностей;

– разработан способ определения параметров режущего микрорельефа эластичного абразивного инструмента (патент на изобретение № 2561342) позволяющий получить более точные значения параметров режущего микрорельефа эластичного абразивного инструмента, соответствующие его состоянию в процессе обработки, который может использоваться для контроля микрорельефа эластичных материалов в машиностроении и приборостроении;

– разработаны программы для ЭВМ «Оптимизация финишной обработки

деталей эластичным абразивным инструментом» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014613558) и «Оптимизация скругления острых кромок деталей эластичными полимерно-абразивными щетками» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617430) позволяющие проектировать операции финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами.

Научные и практические результаты диссертационного исследования можно рекомендовать к использованию предприятиями и проектными организациями, специализирующимися на применении, разработке и внедрении финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, а также в учебном процессе образовательных организаций при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Результаты диссертационной работы, в частности, комплексная технология финишной обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами и программные продукты для выбора оптимальных режимных параметров процессов финишной обработки плоских поверхностей и скругления острых кромок апробированы и рекомендованы к внедрению в производство на Иркутском авиационном заводе – филиале ПАО «Корпорация «Иркут».

О результатах, полученных в диссертационной работе Подашева Д.Б., следует информировать предприятия различных отраслей промышленности (авиационной промышленности, машиностроения, судостроения и др.) Российской Федерации, на которых выполняются такие технологические операции как: зачистка поверхностей, удаление заусенцев, подготовка поверхностей под покрытия. Например: ПАО «Воронежское акционерное самолётостроительное общество», «Новосибирский авиационный завод имени В. П. Чкалова», ООО «Ульяновский станкостроительный завод», ООО «Воронежский станкостроительный завод», ОАО «Центр судоремонта «Звёздочка», АО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» и др. для повышения производительности на вышеперечисленных операциях и обеспечения качества изделий.



## **5. Соответствие диссертации и автореферата паспорту специальности и установленным критериям Положения о присуждении ученых степеней**

Содержание диссертации и автореферата, объект и предмет исследования соответствуют областям исследования паспорта научной специальности 05.02.08 – Технология машиностроения:

- технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие ходы, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости;
- математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения;
- совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска;
- методы проектирования и оптимизации технологических процессов;
- технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин.

Диссертационная работа Д.Б. Подашева соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней:

- по п. 9. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, направленная на повышение эффективности процесса обработки деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами, технологического обеспечения производительности процесса и качества финишной обработки, а также эффективного внедрения данной разновидности обработки в производство. Совокупность разработанных автором теоретических положений можно квалифицировать как научное достижение.

– по п.10. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выносимые для публичной защиты, свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приведены сведения о практическом использовании полученных в работе научных результатов в рамках комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства «Автоматизация и повышение эффективности процессов изготовления и подготовки производства изделий авиатехники нового поколения на базе Научно-производственной корпорации «Иркут» с научным сопровождением Иркутского государственного технического университета».

Практическое использование научных результатов подтверждается наличием актов о внедрении ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», ООО «Горсвет» и ООО «Беркут» (все г. Иркутск). Предложенные автором диссертации решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями;

– по п. 11, 13. Основные результаты по теме диссертационной работы в достаточной степени опубликованы в более чем 40 печатных работах, в том числе: 1 монография, 24 статьи в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, 8 статей опубликованы в журналах и материалах конференций, входящих в международные наукометрические базы Web of Science или Scopus, 1 патент на изобретение, 2 патента на полезные модели, 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ и ряд публикаций в других изданиях;

– по п.14. В диссертации сделаны необходимые ссылки на авторов и источники заимствования материалов или отдельных результатов. В диссертации отмечены обстоятельства использования результатов научных работ, выполненных лично соискателем или в соавторстве.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. Вторая глава представляет собой продолжение литературного обзора. Собственные идеи даются соискателем на уровне блок-схем алгоритмов,



без каких либо пояснений.

2. В начале второй главы дается обоснование необходимости использования системного подхода. Целью системного анализа технологической операции является разработка единого методологического подхода к проектированию операции финишной обработки эластичными полимерно-абразивными инструментами по обеспечению требуемого качества с оптимальной производительностью процесса при большом разнообразии конструкций инструментов, форм обрабатываемых поверхностей и их взаимного расположения. Далее в качестве системы представляется система управления. Какая из них подлежит анализу и в чем этот анализ заключается остается непонятным.

3. Все рассуждения о системном подходе носят расплывчатый характер. То же самое можно сказать о морфологическом анализе.

4. Оптимальное управление предусматривает необходимость разработки математической модели объекта (операции). Такая модель по данным Пугачева В.С. (Пугачев В. С. Теория стохастических систем / учебное пособие.- М.: Лагос, 2004.- 1000 с.) принято называть совокупность четырех элементов: 1) пространства состояний; 2) пространства входных переменных; 3) пространства выходных переменных; 4) соотношений, связывающих входные и выходные переменные и вектор состояния. В работе не приводятся соответствующих пространств и соотношений.

5. Задача управления как метод достижения цели повышения качества в работе не сформулирована, в диссертации в работе не определены методы, которые будут применяться при оптимизации, на фундаментальные исследования в области оптимального управления (например, Болтянского В.Г., исследования операций) нет ссылок, да и самих работ в списке нет.

6. На странице 69 в качестве метода управления качеством предложено использовать причинно-следственную диаграмму процесса финишной обработки (схема Исикавы). По данным Бусленко и других исследователей для решения вопросов управления и моделирования более информативным является ис-

пользование декомпозиции системы с установлением не только прямых, но и обратных связей со средой и подсистем друг с другом.

Схема взаимодействия инструмента и заготовки приводится на с. 94, рис. 3.5.

7. Число зерен эластичного круга, находящихся в контакте характеризуется количеством зерен в единице объема круга и плотности распределения вершин по глубине, применение зависимостей предложенных, Я.А. Рудзитом (стр. 97), для описания вышеуказанных процессов представляется весьма сомнительным.

8. При аналитическом выводе зависимостей сил резания, не учитывается стохастическая природа процесса, при шлифовании не все зерна контактируют с поверхностью заготовки, часть их попадает в след прошедших ранее зерен и не осуществляет резания, часть срезает материал частично... При моделировании необходимо учитывать вероятность контакта зерен с поверхностью зерен и изменение их количества с течением времени, попадание неабразивных частиц в межзеренный промежуток... Поэтому, предложенные автором аналитические зависимости являются очень грубыми приближениями.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки результатов работы.

### **Заключение**

Результаты и выводы, полученные в работе, свидетельствуют о том, что диссертация Д.Б. Подашева является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, направленная на решение задачи оптимального управления производительностью и обеспечение требуемого качества при финишной обработке деталей эластичными полимерно-абразивными инструментами.

По актуальности темы, новизне полученных результатов, научному уровню и практической значимости диссертационная работа, выполненная Дмитрием Борисовичем Подашевым, отвечает требованиям, предъявляемым к



диссертациям соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент,  
 заведующий кафедрой  
 «Технология машиностроения»,  
 ФГАОУ ВО «Севастопольский  
 Государственный университет»,  
 доктор технических наук  
 (специальность 05.02.08 –  
 «Технология машиностроения»),  
 профессор



Братан Сергей Михайлович

16.09.2019 г.

Адрес: 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Тел.: +7(8692) 417741 добавочный: 1150

E-mail: serg.bratan@gmail.com

Подпись доктора технических наук,

профессора С.М. Братана заверяю:

Ученый секретарь ФГАОУ ВО «СевГУ» \_\_\_\_\_ З.Р.Сулейманова

