

В диссертационный совет 24.2.286.06
в Федеральном государственном
бюджетном образовательном
учреждении высшего образования
«Воронежский государственный
технический университет»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой машиностроительных технологий Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет им Г.Ф. Морозова» Кадырметова Анвара Минировича на диссертационную работу Стародубцева Игоря Геннадьевича на тему «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям: 2.5.6. Технология машиностроения и 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Актуальность темы работы

Целью работы Стародубцева Игоря Геннадьевича является создание универсальной ресурсосберегающей технологии ускоренного изготовления по фотошаблонам ограниченных партий деталей со сложнопрофильными элементами и повышенной глубиной зоны обработки с использованием покрытий нового поколения. Исследования проводили на типовых деталях перспективных изделий авиакосмической техники на последовательных этапах отработки их технологичности с сокращенными сроками и ресурсопотреблением на стадии запуска в серийное производство.

Тематика этого научного направления актуальна для машиностроения по специальностям 2.5.6 и 2.5.5. Это подтверждено тем, что она выполнялась в соответствии с федеральной космической программой Российской Федерации на 2016-2025 годы под шифром «Феникс», а также по тематике федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» и

научным направлением Воронежского государственного технического университета по ГБ НИР 2019.15 «Разработка, исследование и практическое использование нетрадиционных методов и средств проблемно-ориентированного повышения технологичности аэрокосмической техники нового поколения».

Научная новизна работы и значимость полученных результатов для науки и практики

Научная новизна работы заключается в установлении:

– новых закономерностей в процессах изготовления по фотошаблонам деталей, применимых для управления вектором действия электрического тока на обрабатываемую деталь через предложенные и защищенные патентами фотошаблоны на базе практически неисследованных покрытий;

– механизма формирования контура зоны обработки на фотошаблоне и детали с учетом технологических режимов, параметров углубления детали и свойств фотошаблона.

Это дало, во-первых, новые возможности использования математического моделирования для процесса формирования зоны обработки в отношении обеспечения прецизионной обработки контуров в детали. Во-вторых, вышеуказанные новые закономерности позволили расширить зону применения теории подобия в технологии комбинированных методов обработки. В-третьих, результаты работы дали возможность осуществления научного обоснования применения новых материалов покрытий и способов их нанесения на фотошаблоны для достижения требуемых эксплуатационных характеристик изготовленных деталей.

Для практики результаты работы состоят, во-первых, в разработке новых способов и средств технологического оснащения предлагаемых технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей. Во-вторых, раскрыты пути адаптации механизма отработки производственной технологичности изготовления предложенных фотошаблонов и малотиражных партий деталей к условиям их изготовления в опытном производстве. В-третьих, достигнуто ускорение и удешевление технологической подготовки производства

в процессе совершенствования геометрии и свойств одноразовых фотошаблонов и использования их для изготовления малых партий точных деталей в условиях опытного производства.

Степень обоснованности, достоверности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Соискатель обоснованно использовал результаты исследований отечественных и зарубежных ученых и научных школ России и других ведущих стран в области технологии машиностроения, комбинированных методов обработки деталей по шаблонам, успешно использовал известные и созданные в виде патентов положения теории подобия в технических системах, закономерности формообразования граничных и переходных участков поверхностей деталей.

Поставленные в работе задачи решены с использованием достаточного объема и анализа литературных источников, современных методик экспериментальных и теоретических исследований, современных средств измерений и обработки полученных данных. Результаты подтверждены закономерностями, подтвердившими хорошую сходимость полученных и общепризнанных результатов по технологичности. Все это несомненно подтверждает достоверность результатов исследования.

Анализ содержания работы

Диссертационная работа Стародубцева И. Г., написана хорошим литературным языком, изложена на 156 страницах машинописного текста и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников и двух приложений. Список литературы включает 113 источников. Диссертационная работа проиллюстрирована 34 рисунками, 4 таблицами, 2 приложениями.

Во введении автор описывает актуальность имеющейся научной проблемы, формулирует цель, задачи исследования.

В первой главе диссертационной работы проводится анализ информационных источников спроектированных и реализованных

технологических систем опытного производства по вопросам технологических приемов для разделения листовых материалов и получения профильных углублений на деталях, включая анализ: способов управления траекторией инструмента в опытном производстве и специфики организации опытного производства запускаемых изделий машиностроения; обоснования затрат и сроков освоения новой продукции машиностроения путем перехода на типовые и групповые технологии; путей повышения качества продукции отработкой технологичности при освоении изделий. Это позволило сформировать цель и задачи работы.

Во второй главе автором рассмотрены технологические методы и пути решения поставленных задач, а также сформулированы научные гипотезы для их отработки и, тем самым, для достижения цели работы. Обосновано применение для этого фоторезисторов. На основании этого обоснован выбор средств технологического оснащения для экспериментальных исследований по проверке выдвинутых гипотез. Создана программа выбора фотошаблонов для конкретных видов деталей, выпускаемых на стадии освоения ограниченного количества перспективных изделий в опытном производстве на универсальном или модернизированном оборудовании. Рассмотрены новые, ранее не использованные, способы формирования геометрии обрабатываемого профиля деталей по фотошаблонам на базе фоторезисторов, что позволяет отрабатывать технологичность и конкурентоспособность выпускаемых деталей на этапе создания и выпуска наукоемкой техники. Для этого спроектирован алгоритм последовательности выполнения исследований для достижения поставленной цели с учетом специфики организации опытного производства.

Третья глава посвящена вопросам моделирования процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей ограниченного тиража с использованием фоторезисторных покрытий. Разработанная физическая модель определила возможность назначения и расчета технологических режимов электрохимической и комбинированной обработки по быстропереналаживаемым шаблонам высокоточных деталей в опытном производстве. Это позволило научно

обосновать применение наиболее эффективные способы и схемы нанесения на шаблоны различных фоторезисторов.

На базе физической модели была разработана математическая модель, описывающая закон изменения границы электролизера в зависимости от времени обработки в переменном электрическом поле, а на основе ее - система управления системным формообразованием по быстропереналаживаемым фоторезисторным фотошаблонам, позволяющая оптимизацию процесса формообразования при неподвижных или периодически меняющихся величинах межэлектродного зазора и импульсно-циклической обработке, включая переменное векторное воздействие электрического поля. Проведенное моделирование комбинированных процессов обработки зоны обработки с использованием электрического воздействия по фоторезисторным фотошаблонам раскрыло механизм протекания дискретного процесса формирования зоны произвольной формы.

Полученные на основе математической модели закономерности были экспериментально подтверждены, что показало, во-первых, правомерность выдвинутых гипотез для управления вектором действия электрического поля через фоторезисторы, что, в свою очередь, позволило получать каналы с поворотом их оси. Во-вторых, экспериментальные результаты подтверждают правомерность использования приведенной модели в технических расчетах геометрии шаблонов с фоторезисторным покрытием и обосновывают возможность упрощенного варианта применения эмульсии для труднодоступных участков детали.

В четвертой главе приведены примеры результатов проектирования и реализации использования технологии обработки деталей по фотошаблонам с учетом специфики и перспектив снижения затрат на ограниченные партии деталей с использованием преимуществ опытного производства. Сформулированы основные положения процедуры построения методологии проектирования комбинированных технологических процессов с использованием созданных фотошаблонов, что позволяет расширить технологические возможности для применения известных и создания новых способов выпуска прецизионных деталей малыми партиями в процессе отработки технологичности

опытного производства. Обоснованы диапазоны режимов получения новых фотошаблонов, возможность регулирования ими с помощью многослойных шаблонов для изменения геометрии обрабатываемой зоны детали. Раскрыты перспективы развития направления с использованием аддитивных технологий.

Диссертационная работа в заключении содержит 6 выводов, которые четко сформулированы, резюмируют полученные данные и полностью соответствуют поставленным задачам.

Общая оценка работы и ее соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация представляет собой важное, интересное и профессионально выполненное исследование, соответствующее статусу научно-квалификационного труда. Полученные в диссертационной работе данные отражены в 2-х статьях, опубликованных в изданиях, цитируемых в системе Scopus, 6 статьях в журналах, включённых в перечень ВАК России и рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата наук и в др. изданиях. Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертационной работы. Работа соответствует паспортам специальностей 2.5.6. и 2.5.5 .

Личный вклад соискателя включает активное участие при решении всех поставленных задач для достижения цели работы, гарантирующих практическую значимость вклада в развитие технологической науки в области машиностроения. К ним относятся разработанные конструкции и технологии изготовления новых видов фотошаблонов для партий деталей, требуемых для отработки технологичности создаваемых и осваиваемых изделий машиностроения, в том числе по импортозамещению.

Вопросы и замечания по содержанию диссертации

Несмотря на многочисленные достоинства диссертации, в ней имеются отдельные недочеты, которые вызывают ряд вопросов, но при этом серьезно не влияют на общее благоприятное впечатление о работе.

1. При обосновании актуальности работы соискатель во введении указывает в качестве основного направления исследования создание универсальной ресурсосберегающей технологии ускоренного изготовления ограниченных партий

деталей по фотошаблонам со сложнопрофильными элементами с ранее неисследованными покрытиями нового поколения, что требует решения пяти значимых задач, среди которых рассматриваются вопросы производственной технологичности. Но классический подход к этому вопросу требует комплексного подхода к выработке показателей такой оценки на всех стадиях отработки технологичности, что должно учитывать специфику комбинированных методов обработки по фотошаблонам с новым покрытием. По этому вопросу в работе (главы 1, 2) соискатель ограничился в основном ссылками на ранее выполненные исследования с его участием, и на патенты, где описание предлагаемых в них технологий недостаточно для использования в промышленности. На наш взгляд, соискателю требуется более подробно описать технологию изготовления и использования фотошаблонов с новым покрытием и создать инструктивные материалы по этому вопросу.

2. В главе 1 рассмотрен новый подход к технико-экономическому обоснованию применения в опытном производстве более дорогого покрытия, который требует численных доказательств. Такая попытка предпринята в главе 4, но она не получила достаточного подтверждения на конкретных деталях авиакосмической отрасли машиностроения. Это особенно заметно при изложении такого материала в автореферате. Без этих результатов количественные показатели в заключении не содержат требуемой доказательной базы.

3. На рис. 3.2 в диссертации и рис. 2 в автореферате приведены многослойные шаблоны, отражающие защищаемые способы разделения материалов. Очевидно, что нанесение каждого слоя покрытия увеличивает межэлектродные зазоры и снижает точность профиля. Такие вопросы были рассмотрены в литературе, в их числе были исследования автора. Но в диссертации (заключение и выводы) отсутствуют предельные значения погрешностей для деталей повышенной толщины (до 2 раз по главе 4), что требуется (раздел 4.1) учесть при разработке технологических процессов.

4. В таблице 4.1 диссертации приведены рекомендации для выбора технологических режимов электрохимической обработки стальных (в том числе, из нержавеющей сталей) деталей по фотошаблонам на базе резистов. Однако в диссертации и автореферате отсутствуют сведения о наиболее перспективных металлических материалах с покрытием, используемых в наукоемких изделиях. Одной из причин такого положения является ограниченная доступность информации, хотя проводимые исследования подтверждают перспективность развития научного направления по формированию на стадии опытного производства сложных элементов деталей со слоями покрытий по аддитивным технологиям. Такая задача поставлена в работе, но пока ее решение носит только постановочный характер. Следует рекомендовать соискателю развивать это направление как одно из перспективных для наукоемкого машиностроения.

5. Следовало более детально рассмотреть технологические вопросы в автореферате, расширенное пояснение которых представлено в диссертации (глав 4), в частности, помещением в текст автореферата технологических режимов электрохимической обработки деталей (табл. 4.1, стр. 88) за счет сокращения второстепенных материалов (глава 2).

6. В диссертации замечены опечатки: в подрисуночной подписи к рис. 3.3 на стр. 70 есть ссылка на формулу (3.18), которой нет; в подрисуночной подписи к рис. 4.17 на стр. 111 должна быть ссылка на рис. 4.15, а не на рис. 4.

Сформулированные замечания не влияют на общую положительную оценку работы и являются пожеланиями по дальнейшему планированию исследований.

Заключение. Диссертационная работа Стародубцева Игоря Геннадьевича на тему «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве» является самостоятельным завершенным научным трудом, выполненным на высоком научно-методическом уровне, в котором изложены новые научно обоснованные технологические решения, имеющие существенное значения для решения важной задачи современного машиностроения, связанной с реализацией

эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве.

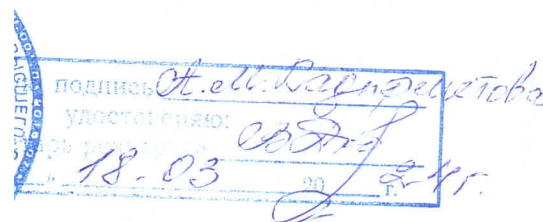
По актуальности, новизне, научно-практической значимости, степени достоверности результатов исследований и объёму диссертационная работа Стародубцева Игоря Геннадьевича соответствует паспортам научной специальности 2.5.6 Технология машиностроения (пункты 1, 2, 3, 4, 5, 7) и специальности 2.5.5 Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (пункты 5 и 7), а также требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (пункт 9), утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор Стародубцев Игорь Геннадьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по указанным специальностям.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
заведующий кафедрой
машиностроительных технологий
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический
университет имени Г. Ф. Морозова»

Анвар Минирович
Кадырметов E-mail:
kadyrmetov.a@mail.ru
Тел. +7 (951) 568-50-27

специальности:
05.02.07 «Технология и
оборудование механической и
физико-технической обработки»,
05.02.08 «Технология
машиностроения»



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова» (ФГБОУ ВО ВГЛТУ).

Почтовый адрес: 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, д.8.
Служебный телефон: +7 (473) 253-84-11
E-mail: vglta@vglta.vrn.ru