

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук аспирантом Стародубцевым Игорем Геннадьевичем по теме «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве» по специальностям: 2.5.6 «Технология машиностроения» и 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

### **Актуальность темы и цель диссертационной работы**

В процессе создания наукоемких изделий двойного назначения в области проектирования и производства изделий авиационно-космического назначения существенным являются требования технических заданий об использовании отечественных технологий, конструкций и изделий. В условиях ограниченного выпуска отечественных станков, особенно для комбинированных методов обработки, при наличии санкций недружественных государств переход на новые технологии, часть которых создана с участием соискателя и защищена патентами России, приобретает принципиальное значение и формирует одно из актуальных направлений развития машиностроения страны.

В области производства авиационно-космической техники при изготовлении изделий из тонкого металлического листа наиболее приемлемым оказался комбинированный метод электрохимической размерной обработки по одноразовым фотошаблонам, который не требует для их изготовления сложного оборудования и легко поддается переналадке. Однако, в процессе применения шаблонов с покрытием, в основном, из фотоэмульсии, выявился ряд существенных недостатков, ограничивающих их широкое применение в опытном производстве, где требуется оперативная переналадка на новые изделия. Для повышения технологичности вновь создаваемых и усовершенствуемых конструкций из тонкого металлического листа для отечественной авиационно-космической и других отраслей техники потребовалось создание и применение новых видов фотошаблонов, изучения их свойств для опытного производства применительно к комбинированным методам

обработки, обеспечение отладки технологии изготовления и совершенствования деталей перспективных изделий ракетно-космической отрасли.

Данная научная работа выполнялась в соответствии с задачами целевых проектов федеральной космической программой РФ на 2016-2025 гг., в том числе в рамках ОКР «Феникс», утвержденной постановлением Правительства РФ от 09.12.2017 года № 1513.

**Целью работы:** является создание универсальной ресурсосберегающей технологии ускоренного изготовления по фотошаблонам ограниченных партий деталей со сложнопрофильными элементами и повышенной глубиной зоны обработки для выпуска опытных образцов и сборочных единиц, испытания и совершенствования перспективных изделий отечественного производства на последовательных этапах отработки их технологичности с сокращенными сроками и ресурсопотреблением на стадии запуска в серийное производство. Содержание диссертации и автореферата подтверждает решение задач, выполненное соискателем для достижения поставленной цели.

### **Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям**

Представленная работа выполнена в соответствии с установленными требованиями по п.9-14 Положения ВАК РФ и включает:

- анализ особенностей, спроектированных и реализованных технологических систем опытного производства, специфику построения технологического процесса и организации таких изделий на стадии запуска в серийное производство;

- научно обоснованные пути и последовательность решения поставленных задач путем использования современной научной базы и выполнения исследований по разработанному автором алгоритму;

- в области теории рассмотрены оригинальные вопросы моделирования процесса изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве с использованием в качестве покрытия фоторезистов. С учетом научных гипотез, сведений о фоторезистах сформулирована физическая модель, определяющая

возможность назначения и расчета технологических режимов электрохимической и комбинированной обработки по быстропереналаживаемым фотошаблонам высокоточных деталей в опытном производстве. Научно обосновано (применительно к резистам и изделиям машиностроения) применение наиболее эффективных способов и схем нанесения на шаблоны различных видов фоторезистов.

На базе физической модели проведено математическое моделирование и создана система управления размерным формообразованием по быстропереналаживаемым фотошаблонам на базе резистов.

Соискателю удалось создать достаточно достоверную прикладную часть работы, включающую проектирование, реализацию и перспективы расширенного использования технологии обработки деталей по фотошаблонам с покрытием, технология применения которого впервые предложена автором с учетом специфики и перспектив снижения затрат на ограниченные партии деталей и использованием преимуществ опытного производства. Обоснована и реализована возможность регулирования в управления технологическими режимами и электромагнитными полями с помощью многослойных шаблонов для изменения геометрии сечений и положения осей каналов и отверстий для создания прецизионных изделий преимущественно для авиакосмической отрасли машиностроения, в том числе для замены покупных изделий при импортозамещении.

Раскрыты перспективы и возможности расширенного использования новых технологий с развитием аддитивных технологий автоматизированного получения шаблонов.

Результаты проведенной работы представлены научными статьями, патентами РФ на способы и устройства, отражающими основное содержание работы, внедрением исследований на крупных машиностроительных предприятиях и в учебный процесс вузов.

По теме диссертации Стародубцевым И.Г. опубликовано 13 научных работ, в том числе (в соавторстве) 1 монография, 8 статей по списку ВАК и международных журналах, 1 патент, что в полной мере отражает основное содержание диссертации и автореферата.

Содержание кандидатской диссертации Стародубцева Игоря Геннадьевича на тему «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве» по специальностям 2.5.6 «Технология машиностроения» и 2.5.5 паспортов номенклатуры специальности научных работников (технические науки)

### **Обоснованность и достоверность научных исследований**

При проведении работы использовались теоретические положения классических закономерностей в области технологии комбинированных методов обработки в машиностроении и отработки технологичности, что послужило базой для создания и построения технологических процессов эффективного изготовления по фотошаблонам с покрытием резистом прецизионных металлических деталей из листа с повышенной до 2 раз глубиной зоны обработки, возможностью получения произвольного профиля и положения оси формируемой зоны.

Достоверность результатов подтверждается получением воспроизводимых результатов при моделировании и экспериментальном исследовании процессов при изготовлении по разработанным фотошаблонам, в том числе, с покрытием резистами, ограниченных партий сложнопрофильных металлических деталей высокой точности для получения деталей с различным профилем и наклоном поверхностей в зоне разделения листовых материалов и стенок углублений с учетом специфики опытного производства, обеспечивающем ускорение на порядок и более темпы запуска в серийное производство перспективных, в том числе, отечественных, изделий.

**Научная значимость** кандидатской диссертации Стародубцева Игоря Геннадьевича заключается в научном обосновании выбора материалов и способов нанесения светочувствительных материалов на фотошаблоны для достижения требуемых эксплуатационных характеристик изготовленных прецизионных деталей в опытном производстве, в формализации связей между свойствами фотошаблонов и технологическими режимами при изготовлении металлических деталей из листа. С поэтапным совершенствованием конструкции и технологического процесса. В

установлении достоверных закономерности управления направлением вектора анодного растворения через фотошаблон для получения прецизионных контуров в детали с заданными углублениями и контурами. Приведенные решения составляют существенный вклад в технологическую науку по комбинированным методам обработки.

Практическое использование результатов работы в опытном производстве позволило обеспечить повышение уровня производственной технологичности на стадии освоения перспективной продукции, особенно наукоемких изделий новых поколений в авиакосмическом машиностроении;

ускорение и удешевление в несколько раз технологической подготовки производства в условиях многократного совершенствования геометрии и свойств одноразовых фотошаблонов и использования их для изготовления малых партий точных деталей в условиях опытного производства;

замену импортной продукции машиностроения технологичными изделиями собственного изготовления.

Значимость диссертационной работы подтверждена результатами внедрения в серийном производстве жидкостных ракетных двигателей на «Воронежском механическом заводе» - филиале АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», а также нашли использование в АО КБХА, а ее эффективность полученным экономическим эффектом.

### **Замечания и рекомендации по диссертационной работе**

1. В разделе 4.2 диссертации даны рекомендации по нанесению резистов по аддитивным технологиям. В главе 1 работы (раздел 1.1) имеются сведения, что такие технологии освоены в ряде отраслей машиностроения. Однако сведений по этому вопросу в работе, особенно в автореферате явно не достаточно для освоения нового процесса в опытном производстве.
2. Отсутствуют исчерпывающие рекомендации по созданию технологии применения покрытий на базе фоторезистов с использованием изобретений соискателя.

3. В разделе 4.4 диссертации следовало дать типовые схемы нанесения покрытий с учетом опытного производства, а также более детально обосновать возможность расширения области использования новых комбинированных технологий (раздел 4.1) при отработке технологичности осваиваемой продукции.
4. В разделе 4.6 отсутствуют рекомендации для использования результатов исследований по изобретениям с участием соискателя, что явилось бы ценным источником информации на стадии расширения области использования материалов работы.
5. При подтверждении результатов экспериментов (разделы 3;4 работы; рис.3;4 в автореферате) требуется привести дополнительные исследования для оценки точности полученных зависимостей из-за возможного рассеивания показателей.

### **Заключение по диссертационной работе**

Диссертация Стародубцева Игоря Геннадьевича «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве» по специальностям 2.5.6 «Технология машиностроения» и 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, имеет чёткую структуру, написана доступным языком, отвечает требованиям п.9 и других пунктов Положения.

Содержание работы в полной мере отражено в автореферате.

Большая часть выносимых на защиту научных и практических результатов получена соискателем лично.

Результаты диссертационной работы Стародубцева Игоря Геннадьевича содержат решение значимой научно-производственной задачи по разработке технологии изготовления и научно обоснованных критериев для выбора и отработки технологичности при изготовлении по разработанным фотошаблонам, в том числе, с покрытием резистами, ограниченных партий сложнопрофильных металлических

деталей высокой точности, обеспечивающем ускорение запуска в серийное производство перспективных, в том числе, отечественных, изделий.

Проведенные исследования дают основания утверждать, что автор является компетентным специалистом в рассматриваемой области и способен решать сложные технические задачи.

В целом, учитывая актуальность, новизну, а также научную и практическую значимость, диссертационная работа Стародубцева Игоря Геннадьевича на тему «Проектирование и реализация эффективных технологических процессов изготовления по фотошаблонам прецизионных деталей в опытном производстве» удовлетворяет требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а соискатель достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям: 2.5.6 «Технология машиностроения» и 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Подтверждаю свое согласие на обработку персональных данных.

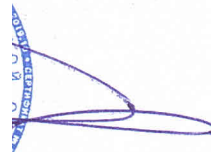
Директор ГБПОУ ВО "Воронежск

политехнического техникума",

кандидат технических наук, доцент

**Поташников Михаил Григорьевич**

05.03.01 - ТЕХНОЛОГИИ И  
ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ  
И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ



М.Г.Поташников

20.03.2014г

Шифр специальности по защите 05.03.01. - Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки

Почтовый адрес 394055, г. Воронеж, ул. Ворошилова, 18 ГБПОУ ВО "ВПТ"

Тел.: 8-473-263-42-78

E-Mail: mike\_potash@bk.ru