



НПО ТЕХНОМАШ
ИМ. С. А. АФАНАСЬЕВА

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «РОСКОСМОС»
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТЕХНОМАШ» ИМЕНИ С.А. АФАНАСЬЕВА»
(АО «НПО «ТЕХНОМАШ» ИМ. С.А. АФАНАСЬЕВА»)

3-й проезд Марьиной Рощи, д. 40, стр.1, Москва, 127018
тел.: +7(495) 689-50-66, факс: +7(495) 689-73-45
www.tmnpo.ru e-mail: info@tmnpo.ru

ОКПО 72147430, ОГРН 1217700647812, ИНН 9715411975, КПП 771501001

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
«НПО «Техномаш»
им. С.А. Афанасьева»

П.В. Полещенков

2025 г.

М.П.

ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Техномаш» имени С.А. Афанасьева» на диссертационную работу Извекова Александра Андреевича на тему «Исследование процесса и разработка технологии комбинированных методов обработки в рабочих средах с управляемыми физическими параметрами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Актуальность темы диссертационной работы.

Диссертационная работа Извекова Александра Андреевича посвящена актуальным проблемам оптимизации рабочих сред, в том числе, сред с управляемыми физическими параметрами, для перспективных технологий комбинированной физико-химической обработки деталей.

Соискателем разработаны эффективные алгоритмы механизмов протекания процессов физико-химических технологий с учетом физических параметров комбинированных рабочих сред обработки, что несомненно актуально для авиационной и космической отраслей машиностроения.

Исследования проводились в рамках опытно-конструкторской разработки «Феникс», которая получила официальное утверждение в модифицированной версии согласно постановлению Правительства РФ № 1513 от 9 декабря 2017 года, а также государственных и ведомственных программ, в том числе, постановлений Правительства РФ № 2164-П «О проведении государственной программы «Мобильный комплекс»» (раздел

«Технология перевооружения») и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (раздел 1.2.1. «Проведение поисковых научно-исследовательских работ по направлению ракетостроения»).

Целью работы является оптимизация режимов и эксплуатационных показателей комбинированных методов обработки труднообрабатываемых металлических материалов путем выбора состава и управления процессом за счет использования эффективных рабочих сред с переменными физическими свойствами.

Для достижения цели соискателем поставлены и решены основные задачи создания перспективных рабочих сред.

Содержание работы и полученные соискателем результаты полностью соответствует требованиям паспорта специальности 2.5.5.

Научная новизна работы заключается в раскрытии механизмов взаимодействия технологических параметров, создании новых эффективных рабочих сред постоянного и переменного агрегатного состояния, построении системы качественной и количественной оценки приоритетов выбора методов и средств изготовления наукоемкой техники по критериям технологичности, включающей её производственную составляющую.

Соискателем предложена оригинальная система моделирования процессов при минимальном количестве повторных испытаний вариантов образцов или опытных изделий.

Практические результаты работы включают сокращение количества вариантов выбора технологических методов и средств (в их числе, рабочих сред), определяющих получение требуемых эксплуатационных показателей и качества изделий.

Личный вклад соискателя в выполнение работы заключается в разработке механизма оценки и назначения рабочих сред с различными физико-техническими характеристиками, создании новых методов и средств технологического оснащения для перспективных комбинированных видов обработки и участие в их внедрении в реальном производстве.

Способы исследований, обоснованность, достоверность результатов.

Полученные соискателем результаты прошли проверку в цехах «Воронежского механического завода - филиала ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и приняты к производству ракетных двигателей в АО КБХА.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на международных, отраслевых научно-технических конференциях и получили одобрение представителей предприятий, которые признали их полезными и востребованными для машиностроения.

По теме диссертации опубликовано 19 научных работ, в их числе 8 - в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 4 – в зарубежных научных изданиях, рецензируемых в базе «Scopus» и получено 2 патента РФ;

Диссертация содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, а также сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов, что подтверждает личный вклад автора диссертации в науку

Автореферат полностью отражает содержание диссертации; требования по форме и объему автореферата выполнены.

АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева» заинтересовано в полученных соискателем результатах и готово принять участие в реализации материалов проведенных им исследований на предприятиях отрасли.

Структура и содержание диссертационной работы

Представленная диссертационная работа содержит введение, пять глав, заключение, список литературы (164 наименования) и два приложения.

Во введении дана общая характеристика работы: обоснованы актуальность и научная новизна, сформулированы цель и задачи работы, описаны методы достижения поставленных целей, детально раскрыты ключевые аспекты работы и значимость проведенного исследования для научной и практической сферы, степень личного участия автора в проведении и внедрении результатов исследований.

В главе 1 содержится описание путей и методов обеспечения оптимальных эксплуатационных показателей наукоёмкой продукции при разработке комбинированных методов обработки в технологических средах с различными физическими параметрами.

Приведен обзор исследований и практического применения комбинированных методов обработки (КМО) в различных технологических процессах, анализ способов регулирования эксплуатационных свойств рабочих сред посредством физических параметров и опыта внедрения подобных технологий в авиакосмической отрасли и других направлениях машиностроения.

В главе предложены и научно обоснованы пути совершенствования качества наукоемких изделий, изготавливаемых в различных рабочих средах комбинированными методами при их использовании в технологических системах, включая комплексы. Раскрыты возможности повышения качества изделий отечественной техники и средств технологического оснащения за счет объективной оценки уровня технологичности при использовании различных технологических сред, часть которых предложена соискателем.

В главе 2 рассмотрены методы решения поставленных задач и достижения поставленной в работе цели. В главе выдвинуты рабочие гипотезы, определяющие пути решения поставленных задач для достижения поставленной цели, которые являются основой для разработки методики решения поставленных задач. Обоснована потребность в материальной базе для выполнения исследований и подтверждения правомерности

теоретических исследований, в том числе для выбора наиболее эффективных рабочих сред с учетом совершенствования имеющихся и создания новых комбинированных технологических процессов для машиностроения.

Приведен детально проработанный алгоритм, позволяющий создать базу для решения задач и достижения поставленной цели. В алгоритме учтены основные этапы проведения требуемых исследований, показаны пути разработки новых технологических процессов с оптимизацией использования рабочих сред с различными физическими возможностями

В главе 3 изложена процедура моделирования механизма оптимизации выбора технологических рабочих сред для комбинированных методов обработки. Предложенная в главе модель позволяет проектировать перспективные комбинированные технологические процессы с использованием рабочих сред с различным агрегатным состоянием и составом, открывающими возможность управлять физическими характеристиками в зависимости от требований заказчиков наукоемкой продукции. Правомерность применения модели показана на примере выполнения технологической операции прошивания трактов в одной из ответственных деталей авиационных и ракетных двигателей - форсунках для подачи топлива в зону горения, востребованных большими тиражами и обеспечивающими уровень качества всего наукоемкого изделия.

Рассмотрен механизм оценки показателей при использовании различных технологических сред по критерию производственной технологичности и предложена последовательность действий исполнителей при устранении рассогласований, выявленных на этапах проектирования или при реализации результатов в процессе внедрения КМО в серийное производство.

В главе 4 показаны процедуры проектирования комбинированных процессов с эффективными рабочими средами. Проектирование КМО с вакуумированием зоны обработки. Процедура проектирования комбинированных технологических процессов с использованием в качестве технологической рабочей среды газов, жидкостей, твердых веществ и их сочетаний.

В главе дана оценка технологичности выбора рабочей среды для конкретного технологического использования. Часть сред создано и применено впервые, что позволило расширить область использования в машиностроении комбинированных методов обработки с наложением электрических и магнитных полей.

В главе 5 рассмотрены перспективы развития комбинированных методов обработки с эффективными составами и свойствами технологических рабочих сред. Пути использования рабочих сред с наложением магнитоимпульсных воздействий для стабилизации внутренних напряжений. КМО для интенсификации изготовления каналов с переменным сечением. Интенсификация процесса обработки путем кавитации рабочих сред. Состояние и пути развития комбинированных методов обработки

наукоемких изделий. Расширение области использования в машиностроении КМО с различными технологическими рабочими средами.

В главе приведены результаты изысканий отечественных ученых за последние годы и намечены направления работы на последующий период. Определено место искусственного интеллекта (ИИ) и цифровых технологий при их применении в процессе разработки и выпуска отечественного технологического оборудования. Показаны приоритетные направления использования комбинированных методов обработки в специальном станкостроении. Даны рекомендации по проектированию технологических режимов комбинированной обработки типовых деталей.

Приведена разработанная структура банка конструкторско-технологических решений для комбинированных методов обработки. Структура банка инвариантна по отношению к большинству методов, в том числе комбинированных с применением электрических, лучевых методов чистовой обработки, и может успешно использоваться при проектировании технологий в машиностроении и других отраслях техники.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы, включая:

- предложение нового подхода к научному обоснованию выбора состава, условий использования и физических свойств рабочих сред по критерию полезности с возможностью мобильного управления их технологической эффективностью в комбинированных технологических процессах за счет внешних тепловых, гидравлических, механических, лучевых, импульсных, частотных, временных воздействий по сигналам обратной связи;

- разработку теоретических основ системы применения и выбора комбинированных методов обработки с постоянным и переменным агрегатным состоянием рабочих сред, наиболее полно обеспечивающих заданные эксплуатационные параметры качества продукции;

- обоснование назначения добавок к рабочим средам с учетом физико-технических характеристик обрабатываемых материалов и требуемых технологических характеристик изделий;

- разработку методологии проектирования состава рабочих сред с управляемыми физическими свойствами по сигналам обратной связи, получаемыми из зоны протекания процесса и непрерывно регулируемые в диапазоне допустимых границ изменения параметра;

- установление границы предельных изменений физических свойств рабочих сред для гарантированного обеспечения заданного качества деталей после обработки комбинированными методами с наложением внешних воздействий;

- установление возможности повышения в несколько раз производительности комбинированного метода обработки путем регулирования теплового воздействия на рабочую среду от предварительного нагрева места обработки в пределах стабильного состояния агрегатного состояния среды;

- установление возможности управления интенсификацией анодного процесса и достижения на черновом этапе обработки ускорения процесса до 10 раз при использовании импульсного воздействия локального нагрева на жидкую рабочую среду при КМО;

- предложение, защищенного патентом, состава твердых рабочих сред, создание технологии его использования при неподвижной сборке и переборке, ремонте сопрягаемых деталей с формированием зазоров, гарантирующих защиту от повреждения мест их стыковки в изделии.

По диссертации и автореферату следует отметить следующее:

1. При анализе главы 3 диссертации и аналогичного раздела в автореферате соискателем приведено недостаточно примеров выбора конкретных рабочих сред с привязкой к условиям их работы при изготовлении типовых деталей авиакосмического машиностроения, что может затруднить оперативное принятие технологами предприятий решений о выборе рабочих сред в обеспечение требований комбинированных методов обработки.

2. Для обоснования выбора технологических сред требуется учитывать их практическую доступность, безопасность и стоимость, однако, конкретной информации по этим вопросам в материалах диссертации и печатных трудах соискателя за последний период не содержится.

3. В главе 2 недостаточно обоснован требуемый объем экспериментальных подтверждений для выбора рабочих сред комбинированных методов обработки и отсутствует анализ их негативного воздействия на человека и окружающую среду.

4. При обосновании использования технологических сред с различными физическими характеристиками не отражены вопросы использования результатов рецензируемой работы при подготовке инженерных кадров в ВУЗах, что было в требованиях ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы.

Следует также отметить, что количество опубликованных результатов соискателя значительно превышает объем информации, использованной в работе. В этой связи считаем целесообразным подготовить на базе диссертации монографию, определяющую дальнейшее развитие научных изысканий по рассматриваемой проблеме.

Заключение по диссертационной работе.

Диссертация Извекова Александра Андреевича «Исследование процесса и разработка технологии комбинированных методов обработки в рабочих средах с управляемыми физическими параметрами» является законченной научно-квалификационной работой по специальности 2.5.5., в которой содержится решение актуальной научной задачей расширения области использования технологий, средств технологического оснащения и

выбора рабочих сред, обеспечивающих технологичность наукоемкой техники специального назначения и, в частности, способствующих импортозамещению в оборонных отраслях машиностроения страны.

Диссертация содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку (п. 10 Положения о присуждении ученых степеней).

Автореферат полно отражает содержание диссертации, в нем изложены все основные аспекты работы. Требования по форме и объему автореферата выполнены (п. п. 25, 26 Положения о присуждении ученых степеней).

В соответствии с п. 9 – 14 Положения ВАК соискатель Извеков Александр Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Отзыв на диссертационную работу и автореферат Извекова Александра Андреевича рассмотрен и одобрен на заседании секции №1 научно-технического совета АО «НПО «Техномаш» им. С.А. Афанасьева», протокол от 17.06.2025 г. № 3-25.

Эксперт АО «НПО «Техномаш»
им. С.А. Афанасьева,
доктор технических наук



Ю.М. Должанский

«18» 06 2025 г.

Подпись Должанского Ю.М. заверяю,
Учёный секретарь
научно-технического совета
АО «НПО «Техномаш»
им. С.А. Афанасьева»,
кандидат технических наук



Б.И. Омигов

Должанский Юрий Михайлович,
доктор технических наук по специальности 05.02.01, академик Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, эксперт Акционерного Общества «Научно-производственное объединение «Техномаш» имени С.А. Афанасьева», 3-й проезд Марьиной Рощи, д. 40, стр. 1, Москва, 127018, тел. (495) 689-97-04 доб. 25-30, e-mail: info@tmnpo.ru