

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
деятельности, доктор экономических наук,
профессор **Артемов А.А.**



«11» декабря 2024 г.

Отзыв

ведущей организации

на диссертацию Колошкиной Инны Евгеньевны «Повышение эффективности технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач при высокоскоростной фрезерной обработке на станках с ЧПУ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. - Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность темы диссертационного исследования

Анализируя современное состояние отечественного машиностроения, можно увидеть следующие тенденции, имеющиеся в настоящее время в нем:

- перенос основного объема выпускаемой продукции на предприятия серийного и мелкосерийного типа производства;
- возникновение дефицита квалифицированных трудовых ресурсов, занятых в реальном производстве;
- быстрое моральное старение машиностроительной продукции;
- недостаточно широкое применение высокопроизводительных процессов резания, что увеличивает время изготовления изделий;
- увеличение трудоемкости и сроков технологической подготовки производства (ТПП) в серийном производстве в связи с усложнением изделий и отсутствием эффективных средств автоматизации инженерного труда.

Таким образом, можно говорить о имеющемся в машиностроении противоречия между необходимостью оперативного выпуска новых партий изделий в нужном количестве, в нужные сроки и требуемого качества – с одной стороны, и удлинении сроков ТПП и технологического цикла изготовления деталей, - с другой.

Поэтому, актуальность настоящего диссертационного исследования, направленного на разрешение указанного противоречия, определяется задачами повышения эффективности производства за счёт интеллектуализации инженерного труда на базе цифровых технологий в промышленности, и применения высокопроизводительных механообрабатывающих технологий (в частности, реализуемых на оборудовании с ЧПУ), что, кстати, нашло свое отражение и в программных документах Российской Федерации.

Следовательно, становится понятной актуальность проблемы повышения эффективности технологической подготовки изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач для проектирования операций высокоскоростной фрезерной обработки на станках с ЧПУ.

С этой точки зрения, вполне справедливым является предложенный автором подход к повышению эффективности машиностроительного производства путем автоматизации проектирования технологических процессов изготовления деталей машиностроения, предусматривающих высокоскоростную обработку на станках с ЧПУ, в рамках интегрированной конструкторско-технологическую системы автоматизированного проектирования.

Исходя из вышеизложенного, диссертационное исследование Колошкиной Инны Евгеньевны, направленное на выявление новых технологических зависимостей и разработку научно обоснованных методик определения параметров высокоскоростной фрезерной обработки на станках с ЧПУ, обеспечивающих заданные требования к точности и качеству обрабатываемых поверхностей деталей, интегрируемых в

систему технологической подготовки производства, представляется актуальным и востребованным современным машиностроением.

Актуальность исследования подтверждается и тем, что его направленность на развитие перспективных технологий в автоматизированном проектировании, производственных процессах и системах управления соответствует Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» утвержденная протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7, федеральному проекту «Цифровые технологии».

Целью рассматриваемой диссертационной работы являлось повышение эффективности технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач для разработки высокоскоростной фрезерной обработки на станках с ЧПУ, обеспечивающих сокращение времени проектирования, повышение производительности и снижение себестоимости обработки при обеспечении заданного качества и точности обрабатываемой поверхности.

В диссертационной работе были решены следующие научные задачи:

- разработана структурная схема системы автоматизированной технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач для реализации операций высокоскоростной фрезерной обработки на станках с ЧПУ;

- выявлены взаимосвязи и установлены зависимости между параметрами проектных задач выполнения высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ (послойного 2,5-координатного фрезерования объемных изделий, рациональном управлении контурным фрезерованием с переменным по величине припуском и плунжерного фрезерования) и характеристиками качества обрабатываемой поверхности;

- разработаны математические модели, созданы алгоритмы и программы для автоматизированных расчетов параметров проектных задач для выполнения

высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ, обеспечивающих заданное качество поверхности;

- разработаны методики автоматизированного определения количественного и ценового показателей эффективности выполнения высокоскоростных операций на станках с ЧПУ, нормативов времени и норм выработки при запуске производства новых изделий, а также оценки результативности действующего автоматизированного производства по показателям общей эффективности (ОЕЕ).

Структура, объем и содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и содержит 164 страницы сквозной нумерации, включая 127 страниц основного текста, 3 страницы со списком сокращений, 21 страницу Приложений, 62 Рисунка и 9 Таблиц. Список литературы содержит 84 наименования.

В первой главе приведены сведения об эффективности применения станков с ЧПУ в отраслях машиностроения. По результатам аналитического обзора автоматизированного технологического проектирования высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ сделаны следующие выводы - эффективное использование оборудования с ЧПУ обеспечивается применением систем автоматизированной подготовки технологий и управляющих программ.

Вторая глава посвящена разработке структурной схема интегрированной автоматизированной системы управления технологической подготовкой производства и включенной в неё системы решения проектных задач разработки высокоскоростных фрезерных операций для станков с ЧПУ, обеспечивающей сокращение времени проектирования, повышение производительности обработки и требуемые показатели качества поверхности. Разработке математических зависимостей, алгоритмов и программ для автоматизированного расчета результатов проектных задач, определяющих

условия выполнения высокоскоростного фрезерования для обеспечения заданного качества поверхности и повышения производительности обработки.

В третьей главе приведены разработанные программы для расчета показателей экономической эффективности применения высокоскоростной обработки - скорость съема металла (кг/мин) и затраты на изготовление 1 кг детали (руб/кг). Изложено разработанное решение реализации одного из направлений концепции «Индустрия 4.0» - «цифровой мониторинг» (автоматическое получение количественных данных об изготовлении деталей на станках с программным управлением с использованием информационных возможностей УЧПУ, автоматический расчёт показателей эффективности производства).

В четвертой главе рассматриваются экспериментальные исследования для проведения сравнительного анализа результатов расчетных проектных решений, полученных по разработанным в Главе 2 методикам и показаний результатов натуральных экспериментов на оборудовании с ЧПУ.

В пятой главе приведены примеры внедрения результатов исследований в проектной деятельности, на производстве и в обучении.

В Заключении представлены выводы, адекватно отражающие результаты диссертационного исследования.

В диссертации отражены все аспекты проведённого исследования, он полностью соответствует его направлению и содержанию. Диссертация написана профессиональным техническим языком и имеет логичную структуру, отражающую ход мыслей автора.

Автореферат полностью соответствует сути выполненного исследования и отвечает содержанию диссертации.

Публикации по теме специальности. По теме диссертации опубликованы 24 научные публикации, 11 статей в российских научных журналах из перечня ВАК для специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (все категории К2), получено 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, 4 статьи в

сборниках научных трудов, 7 учебных пособий с грифом «Рекомендовано УМО для ВО».

Методы исследования базируются на теории автоматизированного проектирования, теории алгоритмов, математической статистике, а также на методах численного и физического эксперимента, компьютерного моделирования и формализации.

Апробация результатов осуществлялась на многих российских и международных научных, научно-технических и научно-практических конференциях. Результаты участия в этих мероприятиях свидетельствуют о том, что основные положения диссертации были представлены соискателем в полном объеме.

Теоретическая значимость, научная новизна и практическая ценность результатов исследования

Теоретическая значимость результатов данного исследования заключается в выявлении новых технологических закономерностей протекания процесса обработки, реализуемых при автоматизированной технологической подготовки производства в системе САМ.

Знание этих закономерностей позволяет сократить трудоемкость выполнения проектных работ, обеспечить заданную производительность обработки и параметры качества изделия на этапе проектирования фрезерных операций высокоскоростной обработки на станках с числовым программным управлением.

Таким образом, **теоретическая значимость результатов исследования, по нашему мнению, заключается в установлении взаимосвязей между организационно-техническими и экономическими условиями реализации технологического процесса в производственной системе, параметрами технологической системы, в которых выполняется высокоскоростное фрезерование изделий машиностроения, и параметрами качества деталей.**

Можно также согласиться с автором диссертационного исследования в том, что **научная новизна работы** заключается в следующих аспектах:

- в разработанном новом составе модулей и решений (структурная схема в редакции автора диссертации) для системы автоматизированной технологической подготовки производства изделий машиностроения, обеспечивающих автоматизацию решения проектных задач для реализации высокоскоростной фрезерной обработки на станках с числовым программным управлением;

- в установленных взаимосвязях и зависимостях между параметрами проектных задач при выполнении высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ, которые включают послойное 2,5-координатное фрезерование объемных изделий, рациональное управление контурным фрезерованием с переменным припуском, а также плунжерное фрезерование, установленные зависимости описывают влияние результатов исследований на характеристики качества обрабатываемой поверхности;

- в разработанных математических моделях, алгоритмах и программах для автоматизированных расчетов параметров проектных задач, обеспечивающих выполнение высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ, которые при технологическом проектировании определяют заданное качество поверхности обрабатываемых изделий.

Указанные положения новизны позволяют говорить о создании научно-обоснованной методики автоматизированного проектирования операций плунжерного (трохоидального) фрезерования.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты способствуют импортозамещению, и более высокой конкурентоспособности отечественных программных продуктов в области автоматизированного проектирования по сравнению с зарубежными проектными системами. Применение технологии высокоскоростного фрезерования на станках с ЧПУ на чистовых переходах позволит достичь требуемых параметров качества обрабатываемых поверхностей и увеличить

производительность обработки в 2-3 раза благодаря улучшению условий осуществления процесса резания.

Оценка эффективности и корректировка планирования действующего производства осуществляется на основе показателей общей эффективности (ОЕЕ), и с использованием информационных возможностей устройств числового программного управления (УЧПУ) оборудования. Следует отметить внедрение результатов исследований, подтвержденных соответствующими документами, в практику работы проектных и производственных предприятий, а также в учебный процесс.

Достоверность и обоснованность положений, выводов и результатов диссертации

Достоверность полученных результатов и выводов работы подтверждается корректной постановкой цели и задач исследования. В диссертации использовался современный научный и математический аппарат, а также методы теоретического и экспериментального исследования, основные положения работы согласованы между собой.

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут быть использованы при автоматизированной технологической подготовке производства изделий машиностроения с применением технологий плунжерного фрезерования на станках с числовым программным управлением, а также служить в качестве математического и алгоритмического обеспечения при разработке подобных систем автоматизированного проектирования .

Замечания по диссертационной работе

1. На наш взгляд, было бы целесообразно более широко подойти к выбору инструмента, а не ограничиться рассмотрением инструмента одного

производителя. В частности, не ведется разговор о неперетачиваемых пластинах с многослойными напылениями, производимыми в России.

2. Возможно, в работе, коли разговор ведется о чистовой обработке, более акцентированно подойти к вопросам обеспечения и точности обработки в моделях проектирования операций, а также к возможностям реализации моделей и в других системах подготовки управляющих программ.

3. Хотелось бы увидеть в работе и предложения по её дальнейшему развитию, скажем, в направлении рассмотрения и других траекторий плунжерного фрезерования, и в выявлении общих правил построения и выбора оптимальных траекторий перемещения инструмента.

Отмеченные замечания носят, скорее всего, характер пожеланий для дальнейшего развития работы, и ни в коей мере не снижают общей высокой оценки работы.

Общее заключение по работе

В целом, диссертационная работа Колошкиной И.Е. выполнена на высоком научном уровне и является законченной научно-квалификационной работой, в которой предложено новое решение актуальной для автоматизированного производства задачи – обеспечение качества изделий машиностроения на стадии автоматизированного проектирования эффективных и производительных операций высокоскоростной обработки на станках с ЧПУ.

Диссертационная работа по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 Положению о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, Колошкина Инна Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Отзыв на диссертационную работу Колошкиной И.Е. рассмотрен и одобрен на заседании кафедры технология и автоматизация машиностроения

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет» (протокол № 5 от 10.12. 2024 г.).

Заведующий кафедрой «Технология и автоматизация машиностроения», д.т.н., профессор

Бурдо Георгий Борисович

Профессор кафедры «Технология и автоматизация машиностроения», д.т.н., профессор

Горлов Игорь Васильевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет»
Адрес организации: 170026, Тверская область, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, д. 22

Телефон организации: +7 (4822) 78-89-00

Адрес электронной почты: common@tstu.tver.ru

Адрес в сети Интернет: <https://new.tstu.tver.ru/>

Подпись Бурдо Г.Б., Горлова И.В.
УДОСТОВЕРЯЮ

Учёный секретарь Совета
Тверского государственного
технического университета

Белегов А.М.

