

ОТЗЫВ

официального оппонента 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»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Оценка актуальности диссертационной работы

Современный этап развития машиностроительной отрасли предполагает внедрение и использование инструментов для автоматизированного проектирования технологической подготовки производства деталей машиностроения, применения высокоскоростных способов обработки.

Поставленная в диссертационной работе цель - повышение эффективности технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач при высокоскоростной фрезерной обработке на станках с ЧПУ, обеспечивающих сокращение времени проектирования, повышение производительности и снижение себестоимости обработки при обеспечении заданного качества обрабатываемой поверхности, является актуальной.

Структура, объем и краткое содержание работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка принятых сокращений и обозначений, списка литературы и содержит 162 страницы машинописного текста сквозной нумерации, включая 140 страниц основного текста, 22 страницы Приложений, 62 рисунка и 9 таблиц. Список литературы содержит 84 наименования и занимает 11 страниц.

Во введении обоснована актуальность проблемы исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, перечислены

полученные в диссертации новые результаты, их научная и практическая ценность, формулируются основные положения исследования.

Первая глава посвящена анализу эффективности применения станков с ЧПУ в отраслях машиностроения, приведены сведения о высокоскоростной обработке, выполнен обзор автоматизированных систем технологической подготовки производства и методик оценки эффективности выполнения операций обработки изделий машиностроения. Сделаны выводы, что эффективное использование оборудования с ЧПУ обеспечивается применением систем автоматизированной подготовки технологий и управляющих программ.

Вторая глава посвящена разработке структурной схемы интегрированной автоматизированной системы управления технологической подготовкой производства и включенных в неё решений проектных задач разработки высокоскоростных фрезерных операций для станков с ЧПУ. Отражает методику создания математических моделей, алгоритмов и программного обеспечения для автоматизации процесса проектирования и расчёта параметров высокоскоростного фрезерования, которые гарантируют необходимое качество поверхности и увеличивают эффективность обработки.

Третья глава посвящена разработке программ, созданных для оценки экономической целесообразности применения высокоскоростной обработки и сопоставительного анализа обработки изделий различной конфигурации, которые позволяют определить скорость съёма металла (кг/мин) и стоимость изготовления 1 кг детали (руб/кг). Описана разработка одного из направлений концепции «Индустрия 4.0» — «цифровой мониторинг», которое позволит автоматически получать количественные данные о производстве деталей на станках с программным управлением с использованием информационных возможностей УЧПУ, обеспечивает реализацию оперативного планирования производства.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований, которые были проведены с целью сравнительного анализа расчётных проектных решений, полученных с помощью методик,

разработанных в главе 2, и результатов натуральных экспериментов, проведённых на оборудовании с числовым программным управлением. Проверка достоверности программ расчета условий высокоскоростной обработки для обеспечения заданного качества изделий показала, что натурные экспериментальные исследования с определенной степенью вероятности подтверждают результаты расчетных значений.

Пятая глава посвящена писанию примеров внедрения результатов исследований в проектной технологической деятельности, обработке изделий на производстве и в обучении. В т.ч. применению выполненных разработок в качестве Приложения при технологическом проектировании в интегрированной конструкторско-технологической системе ADEM CAD/CAM/CAPP отечественной разработки.

Оценка новизны исследований и полученных результатов

Представленная работа соответствует паспорту специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» и посвящена повышению эффективности технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач при высокоскоростной фрезерной обработке на станках с ЧПУ, что соответствует п.1 «Автоматизация производства заготовок, изготовления деталей и сборки» и п.5. «Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления».

Сопоставление с достигнутым в настоящее время уровнем исследований в этой области позволяет отметить следующие новые положения и результаты работы, обладающие признаками научной новизны:

- разработана структурная схема 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, разработаны математические модели, созданы алгоритмы и программы для автоматизированных расчетов 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).

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Научные положения, лежащие в основе диссертационной работы, базируются на классических положениях теории автоматизированного проектирования, теории алгоритмов, математической статистике, а также на методах численного и физического эксперимента, компьютерного моделирования и формализации.

Результаты, полученные в диссертационной работе, подтверждаются соответствием экспериментальных и теоретических исследований, а также разработкой оригинальной модели автоматизированной технологической подготовки производства изделий машиностроения на основе автоматизации решения проектных задач при высокоскоростной фрезерной обработке на станках с ЧПУ.

Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 24 научных статьях и технической литературе, 11 статей в российских научных журналах из перечня ВАК для специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (категория 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».

Значимость для науки и практики

Теоретическая значимость работы заключается в совершенствовании теоретических основ автоматизированной технологической подготовки производства в САМ-системе, обеспечивающих сокращение времени выполнения проектных работ, гарантирующих заданные геометрические параметры качества поверхности деталей на стадии проектирования высокоскоростных фрезерных операций на станках с ЧПУ и экономическую эффективность обработки.

Практическая значимость исследования состоит в том, что результаты исследований выполнены на отечественных разработках в рамках программы по импортозамещению и повышению конкурентоспособности перед зарубежными проектными системами. Применение выполненных технологических разработок (рациональное управление процессом контурного фрезерования с переменным по величине припуском и плунжерного фрезерования при высокоскоростной обработке) обеспечит рост производительности при обработке. Применение обработки объемных изделий послойным высокоскоростным фрезерованием, при использовании управляющих программ, выполненных по разработанной методике, может применяться в виде финишной, обеспечит заданное качество поверхности и повышение производительности. Реализация оценки результативности действующего производства по показателям общей эффективности ОЕЕ с использованием информационных возможностей устройств числового управления (УЧПУ) оборудования позволяет оперативно выполнять корректировку планирования.

Замечания по диссертации

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В работе недостаточно четко показаны отличия процесса высокоскоростной фрезерной обработки от традиционного фрезерования. Имеется единственное упоминание о кривых К. Соломона (стр.22), которые показывают снижение сил резания в некотором диапазоне скоростей. Однако данные зависимости для сил резания не раскрыты и в

диссертации не приводятся. По мнению рецензента в рамках создания системы автоматизированного проектирования САПР необходимо четко определиться с принятыми допущениями и оценить пределы применимости предлагаемой математической модели, используемой в дальнейшем для определения параметров технологического процесса.

2. Выбор рациональных параметров высокоскоростной фрезерной обработки требует оценки влияния физико-механических свойств материала. На стр. 19 упоминается о использовании высокоскоростного фрезеровании в аэрокосмической отрасли для изготовления аэродинамических профилей, титановых обшивок и др., что подразумевает обработку таких материалов, как сплав ВТ6 и др. Особенности обработки таких сплавов и других материалов остаются «за кадром» и не обсуждаются в работе.
3. Фрезерование как технологический процесс характеризуется прерывистым силовым воздействием фрезы на заготовку, что приводит к вынужденным колебаниям станка, шпинделя инструмента и заготовки. В диссертации не раскрыты динамические эффекты, связанные с колебаниями, которые могут приводить к «чаттеру» и другим нежелательным эффектам, оказывающим влияние на качество фрезерования.
4. Фрезерные обрабатывающие центры и станки с ЧПУ снабжаются специальными системами виброзащиты от опасных ударов и повышенных вибраций. В рамках предлагаемого программного продукта проектируются траектории движения инструмента, которые сводятся к прямолинейным отрезкам и дугам окружности (трохоидальное фрезерование). Данный вопрос требует более тщательной проработки, поскольку стыковка траекторий, не удовлетворяющая требованиям согласования по кривизне (C2 – непрерывность) будет приводить к скачкообразному изменению сил резания (ударам).

5. Выбор автором в качестве критерия оптимальности технологического процесса толщины стружки требует обоснования, поскольку связан с процессом теплоотдачи и физико-механическими свойствами обрабатываемого материала, что ведет за собой целый ряд дополнительных критериев. В частности, использования эффекта, выявленного Соломоном, требует анализа теплового состояния рабочей зоны.
6. В качестве основного параметра, характеризующего качество фрезерования рассматривается шероховатость поверхности, значение которой определяется автором из геометрических соображений. Такой подход, по мнению рецензента, явно не полный, поскольку он (подход) не учитывает целый ряд факторов, влияющих на шероховатость, а именно податливость обрабатываемой детали, многопроходной характер обработки и др. Автором не рассматриваются такие важные особенности процесса обработки как появление наклепа и остаточных напряжений в поверхностном слое
7. Изложенная соискателем система определения нормативов времени и норм выработки, приведенная в третьей главе, не содержит элементов научной новизны, поскольку не раскрыты ее отличия от существующих и уже давно применяемых на практике методик.

Указанные недостатки не снижают в целом положительного мнения о работе.

Общее заключение по работе

Диссертационная работа Колошкиной И.Е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствующую заявленной специальности и требованиям ВАК РФ, в которой содержится новое решение актуальной научно-практической задачи — обеспечение качества изделий машиностроения на стадии автоматизированного проектирования операций высокоскоростной обработки на станках с ЧПУ, а также сокращение сроков технологического проектирования.

Диссертационная работа Колошкиной И.Е. по актуальности, научной новизне и практической значимости отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения 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».

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой Компьютерные системы

автоматизации производства ФГБОУ ВО

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

(национальный исследовательский университет)

Гаврюшин Сергей Сергеевич

«09» января 2025 г.

Контактные данные:

Тел.: 7(499) 263 66 39, e-mail: gss@bmstu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

01.02.06 – Динамика, прочность машин приборов и аппаратуры

Адрес места работы:

105005, г. Москва, 2-я Бауманская улица, дом 5, стр.1

ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет

им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)

Подпись сотрудника МГТУ им. Н.Э. Баумана

профессора Гаврюшина С.С. удостоверяю:

