

В диссертационный совет ДМ 212.092.01
ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»
681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр.
Ленина, 27

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Стельмакова Вадима Александровича «Повышение эффективности чистовой обработки отверстий концевыми фрезами на обрабатывающих центрах с ЧПУ в условиях многономенклатурного производства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 - «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Актуальность темы исследования

На современном этапе развития машиностроительной отрасли все чаще ставятся задачи по увеличению производительности труда и эффективности производства, повышению качества выпускаемой продукции.

Успешное решение этих задач в значительной мере связано с совершенствованием технологических процессов производства, использованием прогрессивных технологических методов обработки и инструментов, повышением эффективности процесса обработки деталей.

Повышение эффективности процесса обработки деталей машиностроительной отрасли охватывает вопросы точности, производительности и экономичности при одновременном обеспечении эксплуатационной надежности деталей в узлах машин. Ее значение особенно возрастает в связи с широкой автоматизацией машиностроительного производства, применением обрабатывающих центров с числовым программным управлением.

Применение обрабатывающих центров с ЧПУ особенно эффективно для изготовления небольших корпусных и других деталей сложной геометрической формы с многоэлементным составом обрабатываемых поверхностей.

Однако, необходимо обратить внимание, на то что наиболее трудоемкой операцией является обработка отверстий, к которым предъявляются высокие технологические требования к точности размеров, формы и расположения, так как отверстия в корпусных деталях служат базовыми поверхностями для установки валов, осей, подшипников и др.

Применение инструментальной оснастки фирм Sandvik Corommand, Walter, Innotech и др., позволяет получать высокие показатели по точности и качеству изготавливаемого отверстия, однако в данном случае стоимость обработки такого отверстия будет являться основным критерием проверки выбранных технологических параметров. Поэтому, представляется значимым

использование многофункционального режущего инструмента – такому требованию наиболее полно отвечают технологические возможности концевых твердосплавных фрез.

Выше изложенное позволяет утверждать, что научно-техническая проблема, решаемая в диссертационной работе Стельмакова В. А., направленная на повышение эффективности чистовой обработки отверстий концевыми фрезами на обрабатывающих центрах с ЧПУ позволит в условиях постоянной смены обрабатываемых изделий, меняющихся технологических условий обработки усовершенствовать технологический процесс обработки отверстий. Этим определяется актуальность диссертационного исследования.

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

Автором представлено 8 основных выводов. Все выводы обоснованы результатами исследований, представленными в соответствующих главах диссертации.

Во введении сформулированы цели и задачи диссертационной работы, обоснована актуальность исследования, представлены научная новизна и практическая ценность.

В первой главе проведен аналитический обзор экспериментальных и теоретических исследований процесса формообразования гладких цилиндрических отверстий, проведен анализ трудоемкости изготовления отверстий на обрабатывающих центрах с ЧПУ. Обоснована необходимость использования современных твердосплавных концевых фрез для формообразования гладких цилиндрических отверстий. Рассмотрена концептуальная модель построения технологического процесса обработки отверстий в условиях многономенклатурного производства, проведен анализ существующих методов получения гладких цилиндрических отверстий с точки зрения трудоемкости наладки, надежности инструмента и стоимости обработки. Проведен анализ факторов, влияющих на точность геометрической формы гладких цилиндрических отверстий, с оценкой степени их влияния.

Во второй главе представлена методологическая схема выполнения диссертационной работы, сформулированы этапы планирования экспериментальных исследований, выбраны материалы, оборудование и основные параметры технологической системы, необходимые, для исследования процесса формообразования гладких цилиндрических отверстий при чистовой фрезерной обработке. Приведено *аппаратурное* оформление экспериментальных исследований в качестве используемого технологического оборудования, для решения поставленных задач использовались обрабатывающий центр модели DMC 635V и универсальный фрезерный станок модели DMU 50. Для измерения показателей отклонений от круглости и цилиндричности использовался измерительный прибор

Roundcom 41С. Измерения производились в масштабе 1:500, без использования цифрового компенсирующего фильтра.

Третья глава посвящена аналитическому определению зависимостей между технологическими и геометрическими параметрами концевой фрезерного инструмента и показателями точности изготовления отверстий: точности диаметрального размера, формы и расположения оси. Проведен анализ динамики процесса чистовой обработки отверстий. Разработана математическая модель процесса упругой деформации режущего инструмента при фрезерной обработке со стратегией круговой интерполяции. Определена область, на основе анализа конструкции концевых твердосплавных фрез в которой расчет величины упругих деформаций инструмента наиболее оправдан, с позиции параметра жесткости инструмента. Представлены алгоритмы расчета технологических параметров фрезерной обработки с различными стратегиями.

Четвертая глава содержит результаты экспериментальных исследований, целью которых является проверка адекватности описанных в третьей главе моделей и установление взаимосвязей между геометрическими и технологическими характеристиками концевой фрезерного инструмента, и величиной отклонения формы, способствующих выбору рациональных режимов резания, обеспечивающих повышение эффективности обработки на обрабатывающих центрах с ЧПУ.

Пятая глава посвящена разработке автоматизированной системы поддержки принятия технологических решений при обработке отверстий методом фрезерования. Представлена методика проектирования техпроцесса с использованием интеллектуальной системы, указано влияние отдельных элементов системы на эффективность технологической подготовки производства. Представлены программные реализации алгоритмов по расчету технологических параметров обработки и прогнозированию точности формы отверстий с использованием теории нейронных сетей.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Стельмакова В.А. являются достоверными. Достоверность и обоснованность научных положений, результатов и выводов обеспечивается использованием методик проведения экспериментов и статистической обработке полученных данных. Используемое технологическое оборудование, измерительные приборы, выбранные методы измерений соответствуют поставленным целям и задачам диссертационной работы.

Научная новизна диссертационной работы, сформулированная автором, не вызывает сомнений, и заключается в следующем:

1. Установлены взаимосвязи между параметрами, описывающими геометрические и технологические характеристики концевой фрезерного инструмента и величиной отклонений от круглости и цилиндричности

процесса чистового фрезерования отверстий с использованием стратегий с круговой и винтовой интерполяции.

2. Экспериментальным путем получена регрессионная модель формирования величины погрешности формы, образующейся на этапе плавного врезания инструмента в материал детали. Полученная модель учитывает данные о геометрических и технологических параметрах концевого фрезерного инструмента при чистовой фрезерной обработке отверстий стратегией с круговой интерполяцией.

3. Разработана математическая модель процесса упругой деформации концевого фрезерного инструмента при фрезерной обработке со стратегией круговой интерполяции. Математическая модель учитывает данные о технологических параметрах процесса чистовой фрезерной обработки отверстий и позволяет определить величину упругой деформации инструмента используемой при расчете погрешности формы отверстия (отклонения от цилиндричности).

4. Экспериментально доказано, что наиболее рациональными параметрами обработки для обеспечения заданной точности и качества поверхности обрабатываемых отверстий при использовании стратегии фрезерования с винтовой интерполяцией будет являться выбор максимальной рабочей подачи и шага спирали концевой фрезы в диапазоне 0,3...0,7 мм.

5. Разработаны алгоритмы по расчёту технологических и геометрических параметров обработки концевым фрезерным инструментом для точных цилиндрических отверстий, алгоритм оценки точности диаметрального размера и относительного положения оси цилиндрических отверстий на всей их длине, позволяющие спрогнозировать точность формы полученных отверстий, а также определить относительное положение оси отверстия и, величину погрешности межосевого расстояния.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации - 182 страницы и включает 85 рисунков и 3 таблицы. Список литературы содержит 109 наименования отечественных и зарубежных работ. Объем автореферата – 22 страницы. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым к оформлению результатов научно-исследовательских работ.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук и удовлетворяет критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней». Содержание диссертации соответствует пунктам паспорта специальности 05.02.07 - «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»:

п.2. Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-

технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических воздействий.

п. 3. Исследование механических и физико-технических процессов в целях определения параметров оборудования, агрегатов, механизмов и других комплектующих, обеспечивающих выполнение заданных технологических операций и повышение производительности, качества, экологичности и экономичности обработки.

п. 4. Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки.

Материалы диссертационного исследования опубликованы в 11 научных публикациях, в том числе в 3-х статьях в изданиях из перечня рекомендуемых научных журналов ВАК и 1 статья в рецензируемых изданиях, входящих в систему SCOPUS.

Научные и практические результаты по различным разделам диссертации докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Проблемы и достижения в инновационных материалах и технологиях машиностроения» (Комсомольск-на-Амуре, 2015 г.); на третьей международной молодежной научной конференции «Поколение будущего: Взгляд молодых ученых» (Курск, 2014 г.); с XVI – XVIII краевом конкурсе-конференции «Молодые ученые – Хабаровскому краю» (Хабаровск, 2014-2018 гг.); с XVI – XVIII конкурсе –конференции «Молодых ученых и аспирантов ТОГУ» (Хабаровск, 2014-2018 гг.), на методическом семинаре в ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», кафедра «Технологической информатики и информационные системы» (Хабаровск, 2017 г.), на ASRTU Sino-Russian Micro/NanoSat Student Camp (КНР, Харбин, 2018 г.).

Ценность для науки и практики

На основе представленных исследований даны научно обоснованные рекомендации для промышленной реализации. Основные результаты экспериментальных исследований внедрены в виде методики оценки параметра «отклонения от плоскостности» стола фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ, и следующих программных продуктов: «Определение погрешности диаметрального размера отверстия на основе анализа сечений по его длине» и «Прогнозирование параметров отклонения от круглости и цилиндричности отверстий при чистовой обработке стратегией с круговой интерполяцией» на АО «Дальэнергомаш» г. Хабаровск, а также в учебный процесс, в частности проверки знаний студентов ФГБОУ ВО «ТОГУ» кафедры ТИИС по направлениям 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 27.03.05 «Инноватика», 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение

машиностроительных производств», 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» при изучении дисциплин: «Технология машиностроения», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Гибкие производственные системы», «Математическое моделирование в машиностроении» и др.

О внедрении результатов диссертационной работы свидетельствуют соответствующие акты.

Замечания по диссертационной работе

Не подвергая сомнению результатов работы и выводов, следует отметить следующие замечания и вопросы по работе:

1. Из текста диссертации не совсем ясно, каким образом учитывались такие параметры инструмента как передний и задний углы в расчете упругих отжатиий?

2. Исследовались ли упругие отжатиия, возникающие в процессе обработки отверстий при стратегии с винтовой интерполяцией? Если да, почему результаты не были отражены в тексте работы?

3. Из анализа текста диссертационной работы не понятно, каким образом учитывался профиль инструмента, при измерении такого показателя как отклонение от цилиндричности.

4. Исходя из каких соображений для метода развертывания при проведении экспериментальных исследований в гл. 4 были выбраны режимы: $F_u = 0,2$ мм/об, скорость резания $V_c = 40$ м/мин?

5. В тексте диссертации не указывается почему для обучения нейронной сети был выбран метод обратного распространения ошибки?

6. На рис. 3.26 представлена зависимость осевого момента инерции режущей части от диаметра инструмента. Не понятно, как он определялся и почему этот параметр зависит от обрабатываемого материала?

7. На рис. 4.20. и 4.21 представлены экспериментальные зависимости величины параметров R_a и R_{max} от шага спирали при чистовой фрезерной обработки стратегией с винтовой интерполяцией, построенная путем соединения экспериментальных точек методом сплайна. Для построения экспериментальных зависимостей необходимо применять алгоритмы сглаживания функции.

Заключение

Диссертационная работа Стельмакова Вадима Александровича является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на актуальную тему, содержит научную новизну и практическую значимость.


Полученные автором теоретические и экспериментальные результаты хорошо взаимосвязаны, что говорит об достоверности и обоснованности, что подтверждается их апробацией в производственных условиях. Рекомендации,

выводы и заключения убедительны и обоснованы. По каждой главе выделены главные корректно сформулированные выводы.

Автореферат в целом отвечает содержанию диссертационной работы.

В целом диссертация представляет собой законченную работу на актуальную тему. Содержание, научные и практические решения, полученные в результате исследования, удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Стельмаков Вадим Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технологии и оборудования механической и физико-технической обработки».

Официальный оппонент:
Щелкунов Евгений Борисович
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технология
машиностроения»
ФГБОУ ВО «КНАГУ»
шифр научной специальности
05.03.01 – Процессы
механической и физико-
технической обработки, станки и
инструмент

 (подпись) 25.12.2018г
(дата)

681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27
Эл. почта: galinamarina5@mail.ru
Тел.8-914-163-01-16

Подпись Е.Б. Щелкунова удостоверяю
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «КНАГУ»



✓

Б.В. Шишкин

18